Полезные страницы Мастеру

В.А. Боравский

Полезные страницы Мастеру

радиолюбителю
ювелиру
металлообработчику





Посвящается моей жене — Раисе Павловне и дочери Тане, верным помощникам во всех моих начинаниях

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемое издание является справочной книгой прикладного характера и поэтому преследует не научные, а сугубо практические цели.

Материал в книге представлен в виде двух частей. Первая — это собрание уникальных старинных технологических операций при работе с железом и цветными металлами. Стиль изложения в этой части книги сохранен по отношению к оригиналу, а ссылки на химреактивы и литературные источники дореволюционных времен не должны смущать читателя, так как в настоящее время доступ к ним не является непреодолимым препятствием.

Секреты многих технологий, описанных в первой части книги, были утеряны, забыты или хранились в закрытых архивах, и автор книги может утверждать, что современное поколение техников, ювелиров и самодельщиков не знакомо с большинством из напечатанных рецептов и технологических операций.

Вторая часть книги (приложение) — это справочное пособие для инженерно-технических работников, занимающихся пайкой различных материалов в отраслях машиностроения, радиоаппаратостроения. Сведения, приведенные в этой части книги, были опубликованы в многочисленных литературных источниках, и составитель справочника сделал попытку собрать уникальные материалы воедино. Акцент в этой части книги сделан на пайку, так как в ряде случаев именно она обеспечивает более высокую надежность, чем сварка. При применении рациональных сочетаний материалов и припоев и использовании конструкций с оптимальной площадью перекрытия надежность паяных соединений в 4...25 раз выше, чем сварных.

В конце книги приведена обширная библиография, обращение к которой несомненно углубит знание и опыт тех, кто занимается экспериментальными, реставрационными и ремонтными работами в быту и на производстве.

Автор-составитель

канд. техн. наук, “Изобретатель СССР” Боравский В. А.

ПАЯНИЕ

ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И ПРАВИЛА

Паяние (пайка) есть операция, при помощи которой производится более или менее прочное соединение отдельных кусков одного и того же металла или же двух и более различных металлов между собою.

Отличают три рода спайки: мягкую, или слабую, твердую, или крепкую и самородную. В первых двух случаях соединение металлов производится при помощи более легкоплавкого металла, называемого припоем. При самородной спайке отдельные части одного металла соединяются между собой без всякого посредства другого постороннего металла. Самородная спайка самая прочная, примером ее может служить сваривание железа.

Спайка припоями тем менее прочна, чем более температура плавления спаивающего металла отличается от температуры плавления спаиваемых металлов; например, свинец и цинк могут спаиваться оловом довольно прочно; спаивание же оловом серебра или меди очень непрочно.

Спаиваемые поверхности должны быть чисто металлическими, т.е. вполне освобождены от окислов и приставших посторонних тел, и возможно сближены между собой; чем тоньше слой припоя, помещающийся между соединяемыми поверхностями и чем чище эти поверхности, тем прочнее спайка.

Поэтому прежде, чем приступать к паянию, следует пригнать поверхности друг к другу, очистить их и покрыть флюсом или плавнем, т.е. веществом, которое предохраняло бы их от загрязнения (окисления, осаждения копоти и т.д.) во время нагревания.

Чистота спаиваемых поверхностей так важна, что после очищения к ним не следует прикасаться даже пальцами.

Полная неподвижность спаиваемых частей во все время паяния и после него до застывания припоя есть, конечно, необходимое условие прочности спайки.

МЯГКОЕ ПАЯНИЕ

Мягким, или слабым паянием называют паяние при помощи мягких, или слабых, т.е. легкоплавких, припоев, состоящих или из чистого олова, или же из сплавов этого металла со свинцом и висмутом.

Припои

Вот несколько из наиболее употребительных мягких припоев:

а) 2 части[1] олова и 1 часть свинца— припой называется третником;

б) 3 части олова и 2 части свинца; оба эти припоя очень часто употребляются жестянщиками;

в) 2 части олова и 3 части свинца — для спаивания свинца;

г) 1 часть олова и 2 части свинца — для спаивания оловянных изделий;

д) 1 часть олова и 3 части свинца — для заливания стыков водо- и газоводопроводных труб и т.п.;

е) 5 частей олова, 3 части свинца и 8 частей висмута — известен под названием металла Дарье;

ж) 1 часть олова, 2 части свинца и 2 части висмута.

Иногда как припой (самый слабый) употребляется листовое олово.



Рис. 1

Вообще, чем больше в припое олова, тем он слабее (легче плавится); наоборот, избыток свинца делает припой крепче (труднее плавится).

Продаются готовые припои в виде палочек или длинных плиток. Но, при желании, их легко приготовить самому, сплавляя нужную смесь металлов в железном ковше (рис. 1): прежде всего нагреть в ковше наиболее тугоплавкий металл, а когда последний достаточно горяч, прибавлять, по порядку снижения температуры плавления, менее тугоплавкие; например, сначала свинец (плавится при 335°С), потом олово (плавится при 230°С),или сначала свинец, потом висмут (плавится при 264°С) и олово.

Плавить следует два раза: расплавив в первый раз, вылить каплями (сквозь пук прутьев) в холодную воду; собрав застывшие в воде зернышки сплава, снова расплавить их в ковше и затем отлить в формы.

---

[1] Здесь и далее во всех случаях, кроме оговоренных ("по объему"), пропорции указаны по массе.

Формой может служить желобок в камне или распиленная вдоль газовая труба, смазанная внутри салом; в случае необходимости — даже расколотый пополам ствол бузины (с вынутой сердцевиной) и т.п.

Плавить можно на обыкновенном кухонном огне.

Употребляемые для приготовления припоев металлы должны быть по возможности чисты и, во всяком случае, без малейшей примеси цинка, который делает припой негодным — хрупким.

Плавни

Плавнями, или флюсами при мягком паянии обыкновенно служат: канифоль, нашатырь, деревянное масло (известное под названием галлипольского), иногда сало или стеарин; для цинка — соляная кислота (ac. muriaticum); для твердых металлов (меди, латуни, железа) — хлористый цинк, приготовляемый растворением кусочков цинка в соляной кислоте: прибавлять цинк, пока он не перестанет растворяться; но для употребления полученный раствор следует разводить дождевой водой.

Инструменты и приспособления

При мягком паянии используются: паяльники (рис. 2 и 3), железный ковш (рис. 3), паяльные трубки (см. рис. 4 и 5), скребки (рис 6), напилки (должны быть чистыми и служить только для данного металла), наждачная бумага; тиски и клещи для зажимания или держания над огнем спаиваемых предметов; тонкая железная вязательная проволока — для связывания их.

Медный наконечник паяльника должен быть вполне чист и всегда вылужен; иначе он не будет захватывать припой. Но чтобы полуда держалась на паяльнике, нагревать его следует не более того, чем нужно для расплавления им припоя — не выше темно-красного каления. Нагреть паяльник можно в любой печи или жаровне, вкладывая конец его между хорошо разожженными древесными углями.

Существуют паяльники, в которых сквозь рукоятку проведена газовая трубка, рожок которой приспособлен так, чтобы пламя газа могло нагревать медный наконечник паяльника; действуя краном, можно регулировать пламя.

Паяльная трубка заменяет паяльник в тех случаях, когда употребление последнего неудобно или жар его недостаточен.

Чем мельче работа, тем меньше должно быть отверстие наконечника паяльной трубки, во всяком случае поперечник этого отверстия должен быть меньше $^1/_{16}$ дюйма.

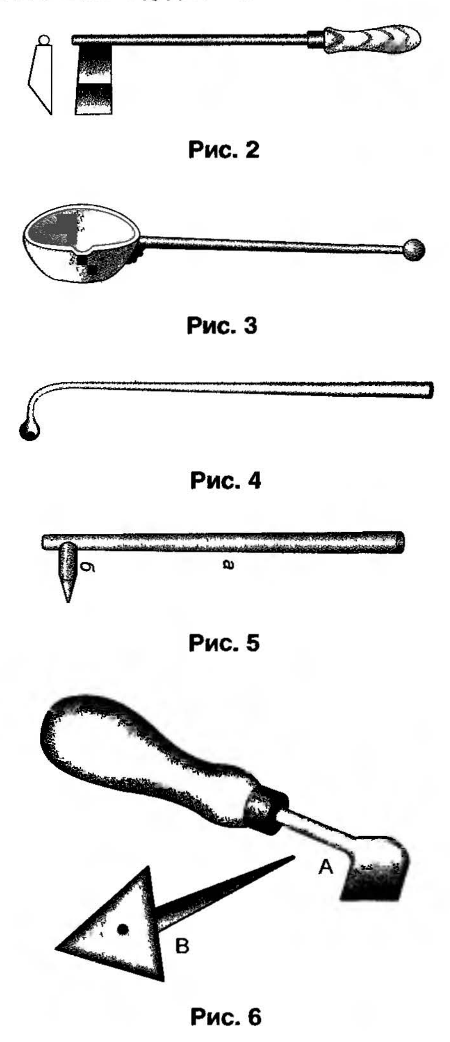


Рис. 2

Рис. 3

Рис. 4

Рис. 5

Рис. 6

Есть паяльные трубки, на которые могут быть навинчены наконечники с отверстиями различных размеров величины; например паяльная трубка, изображенная на рис 5.

Самое употребительное пламя для паяльной трубки — пламя обыкновенной спиртовой лампы, но если спаиваемые предметы довольно крупны, то пламени такой лампы может быть недостаточно, в таком случае нужна лампа с более широким фитильным отверстием, горючим материалом для которой может служить смесь из 4 ч древесного спирта и 1 ч. скипидара (все по объему). Употребляется также пламя газовых рожков, очень жаркое пламя дает так называемая Бунзенова горелка.[1]

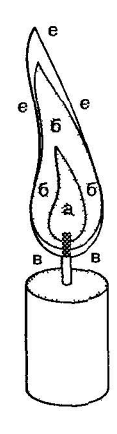


Рис. 7

Дуют в паяльную трубку ртом, направляя наконечник ее на пламя сбоку так, чтобы на работу падала самая горячая верхняя часть пламени. На рис. 7 представлена схема пламени обыкновенной сальной свечи, могущая служить схемой и для всякого другого пламени: *а* — пространство, в которое выделяются с фитиля горючие газы; оно темно, потому что газы здесь не горят от недостатка воздуха, наружнее этого пространства, в *ббб*, газы соприкасаются с воздухом, воспламеняются, разлагаясь на водород и углерод, причем первый тотчас же сгорает, а второй здесь только накаливается и своим накаливанием сообщает этой части пламени наибольшую яркость. Ниже *ббб* в вв видна кайма темно-синего цвета, так как температура в этом месте значительно ослабляется постоянным сильным испарением вокруг фитиля. В еее происходит окончательное сгорание частиц углерода, вследствие чего яркость пламени меньше (пламя желтее), чем в *ббб*, а температура выше, чем в какой-либо другой части пламени, эту то часть пламени еее и следует направлять паяльной трубкой на спаиваемое место.

Дуть следует не сильно, но непрерывно и ровно, для этого нужно научиться дышать во время операции через нос.

Для мелкой работы паяльная трубка может быть заменена паяльной лампой, изображенной на рис 8: наполненный спиртом ре-

---

[1] Придуманная Бунзеном газовая горелка, в которой газ перед выходом через отверстие рожка смешивается с нужным количеством воздуха, вследствие чего жар пламени значительно усиливается

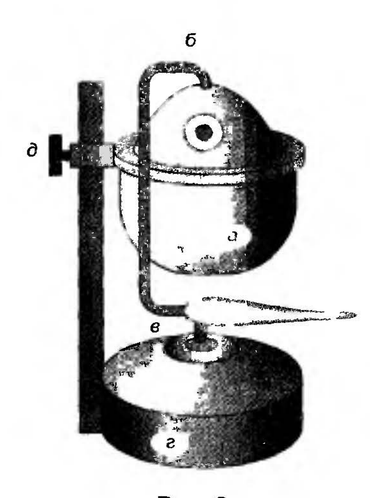


Рис. 8

зервуар *а* нагревается спиртовой лампой *г*, образующиеся пары спирта выходят через трубочку *б* и отверстие *в*, воспламеняются здесь сами и, под влиянием давления в закрытом резервуаре *а*, отклоняют пламя лампы *г* его в сторону и значительно возвышают его температуру Конец отклоненного таким образом пламени направляют при паянии на спаиваемое место

Скребки служат для соскабливания грязи и потускневших (окисленных) частей металла, напилки — также для соскабливания, для выравнивания и пригонки спаиваемых поверхностей, наждачная бумага — для сглаживания поверхностей.

Операции спайки мягкими припоями

Спаивать мягкими припоями можно вообще все металлы, но действительно прочно соединять они могут только легкоплавкие металлы, так как разница в плавкости между ними и тугоплавкими металлами (медью, железом, серебром, золотом и пр) слишком велика (см. выше).

Спайка легкоплавких металлов

Чаще всего мягкое паяние употребляется для жести[1], олова, цинка и свинца. Пример самой простой мягкой спайки — двух листиков жести. Очистив как следует (скребком или напилком) края листиков, подлежащие спайке, ложить их один на другой приблизительно на ширину $^1/_8$ дюйма и придерживать их плотно на чем-либо твердом, например на скамье. Посыпать шов слегка порошком канифоли или нашатыря, затем, держа в правой руке нагретый паяльник, а в левой палочку припоя, например третника, водить концом паяльника как раз над швом, а палочкою припоя прикасаться к нему так, чтобы плавящийся припой капал маленькими каплями на шов.

[1] Жесть есть листовое железо, покрытое оловянною полудой, которая при паянии и играет роль легкоплавкого металла

После этого пройтись (медленно и придавливая) концом паяльника по шву, при этом успевшие застыть капли припоя плавятся и разливаются вдоль шва, проникая между краями его.

Удобнее — первыми каплями скрепить концы и середину шва, потом, если при прохождении паяльником вдоль шва, этих капель окажется мало, прибавить, где нужно, еще одну или несколько капель

Вообще же следует помнить, что припоя должно быть только достаточно чем тоньше его слой, тем красивее и прочнее спайка (см. выше).

Как плавень, вместо канифоли или нашатыря, можно употреблять упомянутый выше разведенный раствор хлористого цинка, которым слегка смазывается шов.

Многие паяют несколько иначе: посыпав шов канифолью или нашатырем, водят по нему концом паяльника, нагретым (не до красна) и предварительно обмокнутым в расплавленном (в ковше) припое

По окончании пайки спаянный предмет должен быть оставлен в покое до тех пор, пока припой вполне застынет и затвердеет

После этого излишек припоя спиливается; спайка выравнивается и выглаживается

Таким образом могут быть спаяны, например, края цилиндра, образующего стенки жестяной кастрюли.

На рис 9, 10, 11 показано, каким образом такой цилиндр постепенно выгибается из выкроенного жестяного листа при помощи тисков, круглого железного бруска и молотков (железного и деревянного). Вместо железного бруска, показанного на рис 10, сгибание можно производить на закругленном роге наковальни (рис. 12) Разрезаются металлические листы особыми ножницами, образцы которых представлены на рис 13 и 14.

Чтобы припаять дно к жестяной кастрюле, его вырезают по мерке из листа жести, выправив и выгладив лист плоским молотком, надо начертить на нем циркулем круг, диаметр которого был бы на $^1/_2$ дюйма больше диаметра дна кастрюли; затем внутри этого круга — второй меньший круг, равный по диаметру дну кастрюли и, следовательно отстоящий везде от краев первого круга на $^1/_4$ дюйма. По очертаниям первого (большого) круга обрезать лист ножницами для металлов. Края вырезанного круга загнуть вверх вплоть до линии внутреннего круга, чтобы загибание краев шло легче, местами сделать в них треугольные вырезки (немного не доходя до линии внут-

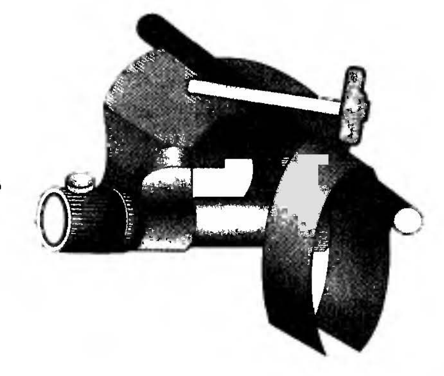


Рис. 9

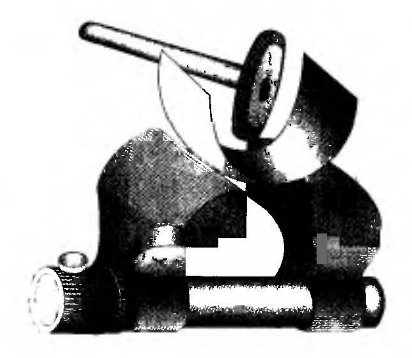


Рис. 10

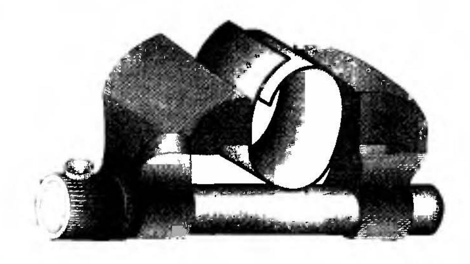


Рис. 11

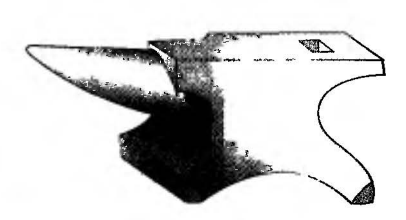


Рис. 12

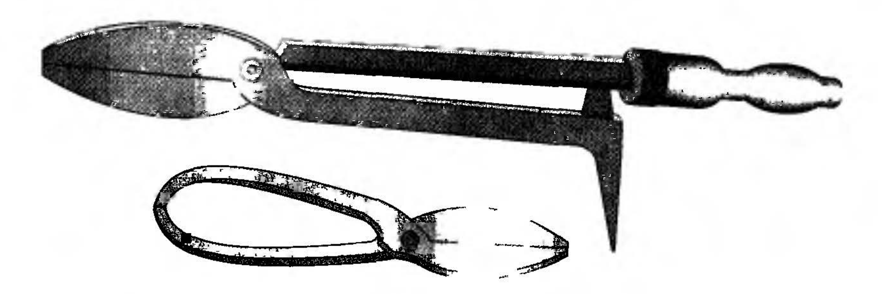


Рис. 13

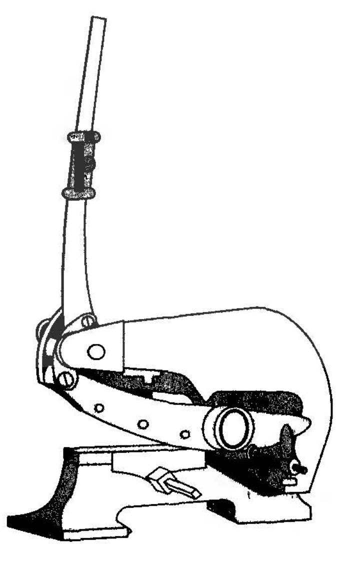


Рис. 14

реннего круга). Вставить цилиндр, образующий стенки кастрюли; возможно плотно пригнать загибы молотком; запаять, как объяснено. Если приходится заменить испорченное дно старой жестяной кастрюли, то отрезав его от стенок (сначала пилой или напилком, а потом ножницами), выправить стенки железным и деревянным молотками (на круглом железном бруске — см. выше), вставить их в приготовленное новое дно и припаять.

Чтобы заделать небольшую дырочку в кастрюле, следует последнюю хорошенько вымыть сначала щелоком из соды, а потом водой; отскоблить место вокруг дырки, посыпать или помазать плавнем и, захватив горячим паяльником немного расплавленного припоя, запаять.

Если дырка велика или несколько небольших дырок расположено близко, то очистив нужное пространство скребком и пр., надо покрыть его сначала плавнем, а потом расплавленным припоем. Застывший припой выровнять, наложить на него подходящую заплатку из листовой жести, снизу также слегка покрытую плавнем; пройтись по заплатке нагретым паяльником. Когда припой под заплаткой расплавится (заплатка станет плавать), слегка придавить ее и дать застыть в этом положении.

Теми же способами припаиваются жестяные ручки, втулки, носики и т.п., спаиваются отдельные, вырезанные из листовой жести, части новой жестяной посуды; при этом, где нужно, на краях загибаются кромки. Точно таким же образом и при помощи тех же припоев производится пайка свинца или цинка; но при цинке плавнем служит соляная кислота, разведенная на треть (по объему) дождевой водой; тонким слоем ее покрываются спаиваемые поверхности.

Паяльник для цинка не должен быть ни слишком горяч, ни очень долго оставляем на одном и том же месте, так как цинк под влиянием излишнего жара (хотя бы и более низкого, чем температура его плавления) становится хрупким.

Спайка тугоплавких металлов

Мягкими припоями, как сказано, могут быть спаяны и тугоплавкие металлы: медь, латунь, железо, золото, серебро и их сплавы, но такая спайка не будет прочна именно по причине значительной разницы в плавкости спаиваемых металлов и припоя.

Мягкая спайка этих металлов производится несколько иначе: тщательно очистив спаиваемые поверхности, покрывают их тонким слоем полуды (см. раздел "Покрытие металлов оловом"), плотно прижимают одну к другой и нагревают по шву паяльником или пламенем паяльной трубки; полуда плавится и спаивает поверхности.

Если предмет не крупен, то вместо паяльника и паяльной трубки можно употребить нагретые до красна кузнечные клещи, между которыми сжимаются спаиваемые части.

Можно паять и таким образом: смазав поверхности разведенным растворов хлористого цинка, посыпать их опилками припоя (или вместо припоя положить между ними кусочек тонкого листового олова), сжать и нагреть паяльной трубкой.

Плавнем может служить также стеарин, легким слоем которого (перед наложением припоя) покрывают слегка нагретые поверхности.

Мягкими припоями (например, хорошим третником с плавнем из хлористого цинка) спаиваются, между прочим, разломанные части ювелирных изделий из фальшивого серебра; для фальшивого золота припои эти менее годны — по причине различия в цвете.

ТВЕРДОЕ ПАЯНИЕ

Твердое, или крепкое паяние, употребляемое, как сказано, для прочного соединения тугоплавких металлов (железа, стали, меди, латуни, серебра, золота и пр.), производится при помощи твердых или тугоплавких припоев.

Инструменты и приспособления

Паяльник уже не годится для твердого паяния, так как он дает слишком мало жара. Для мелких вещей, массой не более 25 золотников[1] весом, употребляется паяльная трубка, обыкновенно со спиртовой лампой. Крупные предметы паяются на раскаленном угле, жар которого поддерживается раздувальным мехом; при паянии не очень крупных

[1] Неметрическая единица массы, 1 золотник (зол.) = 4,26 г.

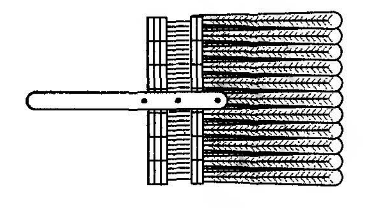


Рис. 15

предметов мех с успехом может быть заменен опахалом из гусиных перьев (рис. 15).

Каменный уголь дешевле, но содержание в нем серы делает его непригодным для железа и стали; да и вообще он должен быть употребляем осторожно и только опытным паяльщиком. По той же причине не пригоден для железа и стали светильный газ. Древесный уголь (из плотного дерева), следовательно, предпочтительнее всякого другого топлива, особенно для любителей. Для паяния используются обыкновенные кузнечные горны; очень удобны для этой цели переносные горны, один из образчиков которых представлен на рис. 16.

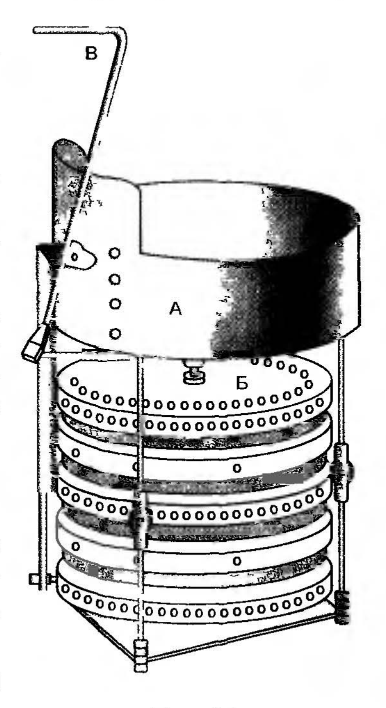


Рис. 16

Несколько затруднительно, но в случае нужды возможно, паять и на кухонном очаге или в обыкновенной комнатной печи при помощи кухонного раздувального меха.

Припои

Твердых припоев множество, но между ними следует выбирать подходящие к данным металлам — по цвету, температуры плавления и сродству.

Температура плавления припоя должна быть возможно ближе к температуре плавления спаиваемых металлов, но во всяком случае на несколько градусов ниже: иначе при паянии могут расплавиться и спаиваемые металлы[1].

Вот несколько припоев для меди, железа латуни, стали и бронзы в нисходящем порядке их плавкости:

[1] Приблизительные температуры плавления некоторых металлов олово — 230°С; висмут — 264°С, сеинец — 335°С, цинк — 412°С; алюминий — 700°С; серебро — 954°С; медь — 1200°С, золото — 1250°С, железо — 1500°С, платина — 2000°С

а) 2 ч. меди и 1 ч. цинка;

б) 5 ч. хорошей латуни и 1 ч. цинка;

в) 1 ч. меди и 1 ч. цинка (этот припой известен под названием медного или крепкого); все три — для паяния меди или железа;

г) 16 ч. меди, 1 ч. цинка и 1,5 ч. олова;

д) 13 ч. меди и 11 ч. чистого серебра;

е) 1 ч.меди, 1 ч. латуни и 19 ч. чистого серебра;

ж) 5 ч. латуни, 5 ч. цинка и 5 ч. чистого серебра; последние четыре припоя — для латуни, но припой “е” очень хорошо спаивает и сталь.

Для меди (красной) и железа хорошим припоем может служить латунь, а железо, кроме того, прекрасно паяется чистой красной медью.

Сплав из равных частей чистого серебра и хорошей латуни отлично спаивает не только медь, железо и латунь, но также и серебро.

Существующие в продаже серебряные и золотые вещи содержат серебро и золото в самых разнообразных пропорциях; соответственно этому должны разниться и припои; чем выше проба золота или серебра, тем тугоплавче (крепче) должен быть припой, и наоборот.

Надлежащий припой для серебра или золота данной пробы вернее всего можно получить, сплавляя серебро или золото той же пробы с таким (небольшим) количеством красной листовой меди, которое только достаточно для того, чтобы сделать припой чуть-чуть легкоплавче спаиваемого металла (для золота вместо меди лучше употреблять серебро).

Вот, между прочим, пять припоев для серебра и три для золота, в нисходящем порядке их плавкости.

Припои для серебра:

а) 4 ч. чистого серебра и 1 ч. красной меди — самый крепкий, годный для паяния чистого серебра;

б) 3 ч. чеканного серебра и 1 ч. латунной проволоки;

в) 2 ч. чистого серебра и 1 ч. латунной проволоки,

г) 1 ч. чистого серебра и 1 ч. латуни;

д) 1 ч. чистого серебра и 2 ч. олова — самый слабый и непрочный.

Припои для золота:

а) 12,5 частей чистого золота, 4,5 части чистого серебра и 3 части красной листовой меди — лучший;

б) 10 частей чистого золота, 6 частей чистого серебра и 4 части красной листовой меди,

в) 8,5 частей чистого золота, 6,5 частей чистого серебра и 5 частей красной листовой меди — самый слабый (низкий) сорт.

Вещи из золота ниже 56 пробы паяются серебряными припоями и затем золотятся гальваническим путем.

Сплав входящих в состав припоя металлов производится в тиглях (в горне), причем, как и при изготовлении мягких припоев, более легкоплавкие металлы прибавляются только по расплавлении более тугоплавких. Расплавленную смесь выливают тонкой струей (сквозь пучок прутьев) в воду; собирают образовавшиеся зерна и, разогрев их до красна, толкут в ступке; снова расплавляют и отливают в нагретые формы, выкакатывают или выковывают в тонкие листы или тонкие узкие полоски.

Плавни

Плавнем для твердых припоев обыкновенно служит порошок буры, размещенный в воде до образования жидкого теста (растирается на мраморной, стеклянной или аспидной доске), тонким слоем которого при помощи барсуковой кисточки (или бородки пера) покрываются швы или спаиваемые поверхности. Изредка как плавень употребляется стекло.

Способы паяния твердыми припоями

Спаиваемые куски на время паяния должны быть, конечно, связаны между собой неподвижно и, если возможно, расположены на твердой неподвижной подставке, которой может служить кусок твердого угля, огнеупорный кирпич, кусок пемзы и т.п. Некоторые вещи, например кольца, можно держать над огнем за конец связывающей их проволоки. Придерживания спаиваемых предметов клещами лучше избегать, так как клещи отнимают много теплота.

Мелкие вещи очень удобно паять на искусственной подстилке, приготовленной следующим образом: выдолбить в огнеупорном кирпиче выемку в виде показанной на рис. 17, наполнить выемку плотным тестом из 2 частей (по объему) тонкого порошка древесного угля и 1 части мелко истолченной огнеупорной (или фарфоровой) глины, тщательно перемешанных сначала между собой и потом с кашицей, сваренной из 1 столовой ложки рисовой муки

в 0,25 кружки[1] воды; хорошенько прижать тесто, выдавить в нем спаиваемый предмет (рис.18); вынуть последний и высушить тесто в печи. При паянии предмет кладется в образованное им в тесте углубление.

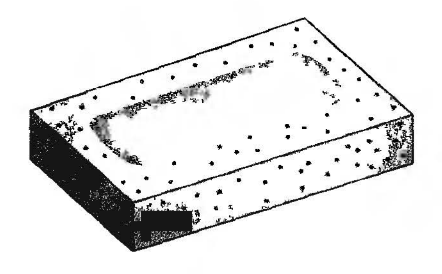


Рис. 17

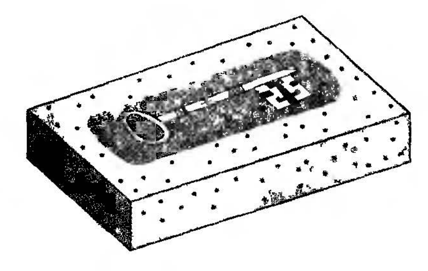


Рис. 18

С очень легкими вещами, например цепочками, галстучными булавками и т.п., можно поступать так: сложив сломанные части, как следует, скрепить их вокруг шва мягким сургучем или шеллаком; на черепице или кирпиче приготовить крутое тесто из смеси порошка гипса и очень мелкого песка с небольшим количеством воды (только смочить); погрузить в тесто предмет; когда оно отвердеет, облепить им предмет, осторожно соскоблить тесто (не вынимая предмета) на месте будущей спайки удалить (нагревая) сургуч, смазать по шву плавнем (тестом из буры) и, приложив припой, паять паяльной трубкой.

Пример твердой спайки сломанного железного дверного ключа

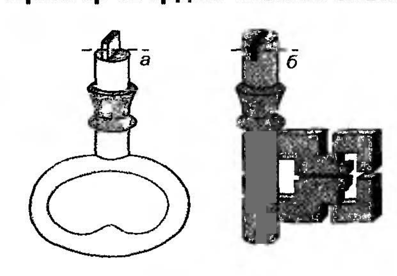


Рис. 19

Прежде всего пригнать сломанные части, как показано на рис. 19 язычек части *а* должен плотно (без просветов) входить в выемку части *б*. По направлению, обозначенному точечными линиями, можно просверлить небольшую дырочку и вставить подходящий железный шпинек, но без этого можно обойтись. Составленные части временно скрепляют, как сказано выше, сургучом или шеллаком; потом ключ вдавливают в тесто подставки (см. рис. 18) вынимают и, когда тесто

[1] Объем одной кружки равен 1,25 л

высохнет, снова вкладывают в образованное им в тесте углубление. Сургуч удаляют, шов покрывают сначала тонким слоем теста из буры (см. выше), затем несколькими кусочками одного из припоев, (лучше всего “а” или “б”). Направляют пламя паяльной трубки на шов несколько сбоку; сначала дуют умеренно, но когда бура вспучится и потом опадет, дутье постепенно усиливают до тех пор, пока припой не расплавится и не осядет в шов (что припой расплавился, узнается по усиленному блеску на месте шва и по синему пламени от сгорания части цинка). Ключу дают постепенно остыть, вынимают, опиливают, сглаживают и пр.

Точно так же паяются небольшие стальные, медные, латунные, мельхиоровые или бронзовые вещи; но для меди, латуни, мельхиора и бронзы из указанных припоев лучше употреблять “г”,”д”, “е”, “ж”.

Мелко искрошенный припой можно накладывать вместе с тестом из буры, примешивая его к последнему.

Где нужно, спаиваемые части связываются железной проволокой и даже привязываются ею к подставке, так, однако, чтобы место спая оставалось открытым. Вообще неподвижность спаиваемых частей во все время пайки составляет, необходимое условие для прочности соединения.

Пример твердой пайки латунного колечка для рукоятки инструментов

Вырезав подходящую полоску из листовой латуни ($^1/_{16}$ дюйма толщиной), выгнуть ее в кольцо (см. рис. 9, 10, 11), очистить, выгладить и пригнать стыки (края будущего спая) напилком, наложить их один на другой; обвязать кольцо железной проволокой, как на рис. 20, и, держа кольцо местом спая (стыка) вниз, смазать по шву внутри кольца тестом из буры, наложить вдоль шва нужное количество (очень немного) кусочков припоя (измельченный припой может быть примешан к тесту из буры — см. выше); держать кольцо сначала над огнем раскаленных углей гор-

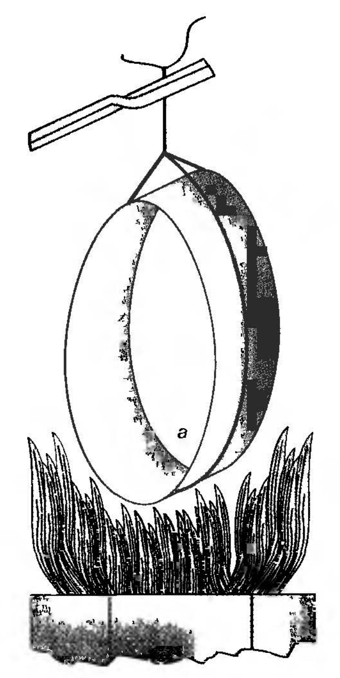


Рис. 20

на — пока не вспучится и не осядет бура, потом погрузить его в огонь, когда припой расплавится (о признаках — см. выше), остановить действие меха и осторожно вынуть кольцо из огня. Так как при малейшем невнимании кольцо при этого рода пайки может расплавиться, то его лучше предварительно обмазать глиной — все, за исключением шва, а еще вернее — паять не в горне, а паяльной трубкой.

Спаянные медные или латунные вещи по их охлаждении опускают на несколько минут в воду, слегка подкисленную серной или азотной кислотой; это вполне очищает их от грязи. Излишек припоя удаляется напилком.

Для пайки вещей из алюминия спаиваемые поверхности покрываются гальванически тонким слоем меди, потом пудятся и подвергаются тем же операциям, что и медные.

Спайка серебряных или золотых вещей

Спайка серебряных или золотых вещей производится посредством паяльной трубки одним из подходящих серебряных или золотых припоев, по возможности соответствующих пробе (относительному содержанию серебра или золота в данной вещи). Способ пайки тот же, что и для мелких медных или железных предметов; но кусочки припоя должны быть из возможно тонких листочков, а еще лучше, если припой превращен в очень мелкий порошок, примешиваемый к тесту из буры. Проволока для связывания спаиваемых частей употребляется также железная, но очень тонкая, или же платиновая. Употребляются и другие указанные выше способы скрепления, равно как и подстилки показанные на рис. 17 и 18.

По окончании пайки излишек припоя спиливается напилком, место спая сглаживается оселком и слегка шлифуется замшей, посыпанной порошком крокуса (природная красная окись железа).

После этого вещи из золота выше 56 пробы для сообщения им надлежащего цвета подвергаются следующим операциям. В одном сосуде приготовить смесь из равных частей (по массе) крепкой азотной кислоты и воды (жидкость " А"); в другом — расплавить на очень легком огне превращенные в порошок 7 частей селитры, 3,5 части поваренной соли и 3,5 части квасцов, размешать хорошенько стеклянной палочкой и, когда сплав начнет кипеть, прибавить 1 часть соляной кислоты, снова размешать и дать вскипеть еще раз (состав "Б"). Когда жидкость " А" и состав "Б" готовы, привязать спаянную вещь на платиновую проволоку (за неимением последней — на железную) и, подер-

жав ее над огнем (на железной лопатке) пока не почернеет, погрузить сначала на несколько минут в жидкость " А", а потом в кипящую воду. Вынув, снова опустить в жидкость " А", предварительно нагретую до кипения; прокипятить в ней несколько минут и опять погрузить в кипящую воду. После этого вся чернота должна сойти с вещи. Дать просохнуть и опустить в горячий состав "Б" на 4...5 мин, передвигая все это время вещь с места на место. Отсюда — в чистую кипящую воду; снова в состав "Б" на I...2 мин и опять в кипящую воду. Разбавив состав "Б" горячей водой (около рюмки (приблизительно 30 г) воды на 1 фунт состава) и дав вскипеть, еще раз опустить в него вещь на 1 мин; прополоскать в свежей горячей воде, погрузить последний раз в состав "Б" (разбавленный) на 1...2 секунды и тщательно промыть в свежей горячей воде; протереть щеткой в пиве, хорошенько обмыть в горячей воде, высушить в горячих древесных опилках и отполировать.

Подобные же операции проделываются с высокопробными серебряными вещами. Нагрев до темной красноты, их попеременно то кипятят в очень разведенной серной кислоте (1 ч. кислоты на 40 ч. воды), то погружают в кипящую воду — до тех пор, пока вещи не примут красивого серебряно-белого цвета; после этого их высушивают в горячих опилках и полируют.

Низкопробные или поддельные золотые и серебряные вещи после спайки золотят или серебрят гальваническим путем (см. раздел "Гальваническое покрытие одних металлов другими").

Твердая пайка крупных предметов

Твердая пайка крупных предметов требует, прежде всего, их соединения возможно более прочным швом. На рис. 21 показаны употребительнейшие из швов: шов *а* самый непрочный; шов *б* уже прочнее, особенно, если предметы могут быть склепаны. Самый подходящий шов — *в*; шов *г* связывает еще прочнее, но при нем теряется слишком много материала, вследствие чего может очень уменьшится крепость связываемых частей. Зубчатый шов *д* удобен для спайки труб и вообще цилиндрических деталей. В некоторых случаях могут пригодиться швы *е* и *и*.

И здесь, как и вообще при пайке, чем точнее и плотнее пригнаны швы, тем прочнее соединение.

Одна или две тонких заклепки могут значительно способствовать связи и скреплению шва, но с ними должно быть осторожным — не делать их больше и толще того, чем допускают толщина и другие

свойства спаиваемых частей без ослабления их прочности, где спаиваемые части и без того тонки, заклепок совсем не следует употреблять.

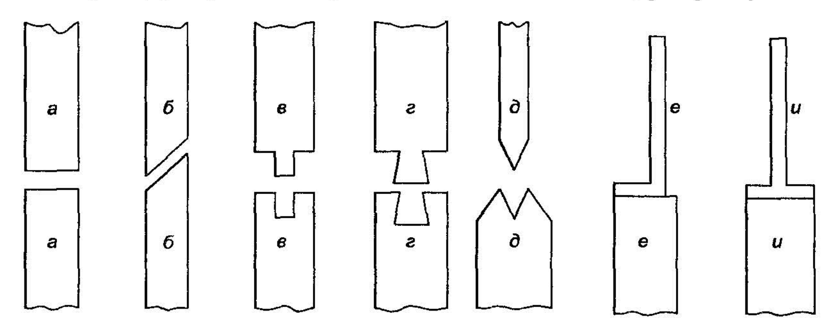


Рис. 21

Пригнав швы и, где нужно и возможно, провернув дырочки для заклепок, спаиваемые поверхности очищают, покрывают (кисточкой или бородкой пера) тонкий слоем жидкого теста буры, плотно соединяют в шов, связывают туго вязательной железной проволокой (оставляя шов открытым); если нужно для более верной неподвижности, с одной или даже с двух сторон шва подвязывают (той же проволокой) по железному бруску; где сделаны дырочки, вставляют заклепки и заклепывают. После этого по шву накладывают и приклеивают тестом из буры кусочки (полоски около $^1/_8$ дюйма шириной и $^1/_4$ дюйма длиной) одного из указанный припоев, в случае нужды припоем могут служить кусочки латунной проволоки. Затем помещают предмет в горн на плотную подставку, чаще всего на кусок твердого древесного угля, сгребают вокруг раскаленные угли и начинают действовать мехом (нужен помощник), направляя струю воздуха именно на уголь, служащий подкладкой, но так, чтобы пламя охватывало весь шов. Сначала, пока металл не покраснеет, следует дуть умеренно, а потом постепенно все сильнее и сильнее. Когда увеличившийся блеск по шву и синеватое пламя укажут, что спаивание произошло, прекращают действие меха и дают предмету медленно остыть на месте. Вынув, выглаживают место около шва напилком, полируют и пр.

САМОРОДНАЯ СПАЙКА

Как уже указывалось, в этом случае спаивание металла осуществляется без посредства другого, более легкоплавкого металла. Происходит оно или слиянием расплавленных концов и краев спаиваемых частей, или же при помощи расплавленных кусочков того же металла.

Самородная спайка — самая прочная как потому, что при ней плавкость и расширяемость металла от теплоты везде одинаковы, так и потому, что здесь не образуется гальванических токов, нередко портящих спайку при употреблении разнородных металлов. Поэтому металлические сосуды, предназначенные для хранения различных химических веществ или подверженные действию постоянного жара, сырости, кислот и т.п. должны быть спаяны самородной пайкой.

После введения в употребление пламени водорода сделалось возможным плавление, а потому и самородное паяние всех вообще металлов, но практически пригодным оно пока оказывается только для железа, платины и свинца.

Самородное паяние, или сваривание железа всем известно: оно производится кузнецами.

Для соединения кусков платины спаиваемые края их должны быть нагреты при помощи паяльной трубки и водородного пламени до ярко-красного каления; присыпка места спая небольшим количеством какой либо соли сурьмы ускоряет соединение; чтобы удалить затем избыток сурьмы, место спая нагревают до бела.

Для спаивания свинца, например двух свинцовых листов, края листов очищаются и отскабливаются до яркости, выглаживаются деревянным молотком, накладываются один на другой на ширину $^1/_4$ дюйма, прижимаются друг к другу ударами деревянного же молотка и затем при помощи паяльной трубки и водородного пламени нагреваются до спаивания.

Если имеется в виду спаять из листового свинца цилиндр (например, для какого-либо сосуда), то лучше поступать так: свернуть из листа цилиндр нужного размера, очистить края будущего шва и наложить их один на другой, как сказано выше; для скрепления заклеить (клейстером) по шву снаружи полоской толстой оберточной бумаги в 2...3 дюйма шириной (если нужно, двумя полосками — одну на другую); внутри цилиндра наклеить вдоль шва две полоски из той же бумаги, в 1 дюйм шириной каждую, так, чтобы в середине между полосками над швом, по краю внутреннего стыка, оставался свободный промежуток в $^3/_8$ дюйма шириной. Когда бумага подсохнет, положить цилиндр швом книзу на кучу сухого песка по слегка наклонной плоскости, т.е. так, чтобы один (верхний) конец шва был немного выше другого (нижнего). После этого выбрать ровный и гладкий деревянный брусочек в 3/8 дюйма толщиной, $^3/_4$ дюйма шириной и в длину шва



цилиндра, положить его на свободный промежуток между полосками бумаги, вдоль и по краю внутреннего стыка; так как ширина брусочка ($^3/_4$ дюйма) несколько больше ширины промежутка ($^3/_8$ дюйма), то край внутреннего стыка будет немного прикрыт краем брусочка. Обложить брусочек плотно влажным глинистым песком, с каждой стороны на ширину 3 дюйма; прижав песок хорошенько, вынуть брусочек и очистить образовавшийся желобок от попавшего в него песка. У нижнего конца желобка (и шва) сделать в песке, на котором лежит цилиндр, ямку. Посыпать слегка по шву тонким порошком канифоли; расплавить кусок свинца в железном ковше и, когда расплавленный свинец нагреется до красноты (заметной в темноте), лить его в желоб у верхнего конца в течение нескольких секунд, причем излишек свинца будет стекать в ямку в песке. Попробовать гладкой палочкой: если край внутреннего стыка на ощущение неровен, продолжить лить свинец, как сказано; когда же край этот сделается гладким (признак, что он хорошо нагрелся), заделать нижний конец желобка кусочком глины и наполнить желобок расплавленным свинцом до верху; дать застыть; удалить песок и бумагу, срезать, соскоблить излишек свинца, выровнять, выгладить. Вообще же нужно сказать, что самородная пайка очень затруднительна и требует большого навыка.

ПОКРЫТИЕ ОДНИХ МЕТАЛЛОВ ДРУГИМИ

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Употребительные в практике металлы могут быть разделены на две группы. К первой группе относятся металлы, легко изменяющиеся от соприкосновения с кислородом и влагой атмосферного воздуха, со слабыми кислотами и т.п., каковы: железо и приготовляемые из него чугун и сталь, медь и ее сплавы — латунь, бронза и пр., цинк и свинец. Ко второй группе — металлы, которые вполне или в значительной степени противостоят сказанным влияниям: кобальт, никель, олово, серебро, золото и платина.

Так как главная цель покрытия одних металлов другими заключается именно в их предохранении от внешнего воздействия, то покрываются обыкновенно металлы первой группы; для покрытия же, наоборот, употребляются металлы второй группы как химически стойкие.

В известных случаях покрывающими металлами служат и некоторые металлы первой группы, а именно: цинк, свинец и медь. Цинком, например, покрывают кровельные железные листы на том основании, что цинк хотя сам и окисляется на воздухе, но настолько поверхностно, что покрываемое им железо он предохраняет вполне. Подобное же значение имеет и покрытие железа свинцом, который, впрочем, редко употребляется с этой целью сам по себе и, напротив того, довольно часто вместе с оловом. Медью железные вещи покрываются отчасти для красоты и отчасти также для защиты от окисляющего действия воздуха, потому что медь, во всяком случае, окисляется не так быстро и глубоко как железо (покрытие медью железной проволоки, мебельных пружин и т.п.). Покрытие железа медью делается иногда также для облегчения восприятия железом полуды.

Покрытие одних металлов другими производится механическим или химическим путем.

Механическое покрытие совершается или приведением покрываемого металла в соприкосновение с расплавленным покрывающим металлом, или же при помощи так называемого плакирования, т.е. наложения на поверхность покрываемого металла тонких пластинок покрывающего металла и закрепления этих пластинок на месте по-

средством сильного давления (пропусканием между вальцами); последним способом приготовляется накладное серебро, примером покрытия первым способом может служить полуда.

Химическое покрытие достигается или простым погружением покрываемого металла в растворы солей покрывающего металла (например, железа в раствор медного купороса, медных или серебряных вещей в раствор золота в царской водке и т.п.), или же с помощью электричества — так называемое гальваническое покрытие.

Каким бы способом ни производилось покрытие одних металлов другими, для прочности или даже для возможности самого покрытия необходимо, чтобы соприкасающиеся поверхности металлов (как и при паянии) были в чисто металлическом состоянии, т.е. свободны от окислов, пыли и других посторонних тел, так как малейшее загрязнение соприкасающихся поверхностей мешает их соединению. С этой целью поверхность покрываемого металла при всех способах покрытия должна быть предварительно очищена, а при плакировании (см. выше) такой очистке должны быть подвергнуты оба металла, как покрываемый, так и покрывающий. По той же причине и металл, употребляемый для покрытия в расплавленном состоянии, должен быть чист, а во время операции покрытия предохраняем от окисления и загрязнения средствами, подобными тем, о которых было говорено при описании процессов паяния.

Для очищения металлов употребляются как механические, так и химические средства.

К первым относятся: растирание при помощи пакли (или суконки), песком, сухим или смоченным, а также щетками из твердого волоса и пемзой; скобление, если нужно, скребками (см. рис. 6), металлическими щетками, напилками и т.п. Песок для чистки должен быть мелкий, но очень твердый (кварцевый). Остающиеся от песка царапины способствуют приставанию покрывающего металла.

К химическим очистителям, известным под названием протрав, принадлежат главным образом кислоты, обыкновенно более или менее разведенные, но иногда и концентрированные. Растворы щелочей употребляются в тех случаях, когда требуется удалить с поверхности металла жирные пятна. С этой целью применяют иногда и другие растворяющие жир вещества — бензин, спирт и т.п.

После очищения металлы промываются в чистой воде, вытираются насухо и просушиваются. К очищенной поверхности не должно



ни в каком случае прикасаться руками, потому что на месте такого прикосновения покрывающий металл часто не пристает. Если к покрытию приступают не сразу после очищения, то очищенные металлы в большинстве случаев сохраняют под водой (чистой).

Тщательное очищение поверхностей соприкасающихся металлов, равно как и предохранение их от окисления и загрязнения во время операции покрытия, необходимы для того, чтобы покрывающий металл ложился на покрываемый равномерным сплошным непрерывным слоем, так как малейшее отверстие в покрывающем слое может сделать операцию бесполезной. Убедиться в этом легко на полуде железа или меди: в тех местах, где полуда эта продырявлена, вокруг дырочек под влиянием сырости, и кислорода воздуха или кислых кушаний (в кухонной посуде) быстро начинают образовываться и расширяться на железе буро-желтоватые пятна ржавчины, а на меди зеленоватые пятна ядовитой медной зелени (основная углемедная соль).

Чем толще покрывающий слой, тем прочнее он защищает покрываемый металл.

Из способов покрытия одних металлов другими здесь будут подробно рассмотрены только те, которые имеют чисто ремесленное значение, т.е. не нуждаются в особых специальных помещениях, и могут быть применены на практике всяким желающим. Со способами фабричного производства мы считаем достаточным познакомить только вкратце, а о некоторых, например о плакировании, даже только упомянуть.

Гальваническое покрытие составит особый раздел.

ПОКРЫТИЕ МЕТАЛЛОВ ОЛОВОМ

Покрытие металлов, чаще всего меди или железа, оловом или сплавами олова с некоторыми другими металлами называют лужением.

Полуда придает покрытому ею металлу довольно красивый серебристый цвет и оловянный блеск, защищает его от вредного действия сырости, кислорода воздуха и слабых кислот. Но чтобы использование полуды достигало цели, она должна быть равномерно и без малейших перерывов распространена по всей покрываемой поверхности, а слой ее должен быть достаточно толст, в особенности на медной кухонной посуде, подвергающейся частой механической чистке — песком и т.п.

Состав полуды

Для полуды, как сказано, употребляется или чистое олово, или сплавы его с другими металлами, чаще всего со свинцом, но также с цинком, железом и никелем.

Со свинцом в самых разнообразных пропорциях: от $^1/_{10}$ и $^1/_4$ части свинца на 1 часть олова до 1 и даже до 2 частей свинца на 1 часть олова. Во Франции для лужения железа довольно употребителен следующий сплав олова со свинцом и цинком:142 ч. олова, 17 ч. свинца и 11 ч. цинка.

Примесь к олову от 0,5 до 1...1,5 процентов железа делает полуду значительно тверже и прочнее, но равномерное наведение такой полуды гораздо труднее и требует большого искусства. Подобные же качества сообщает полуде и примесь никеля. Вот несколько хороших рецептов такого рода прочной полуды:

а) 80 частей олова и 10 ч. железа;

б) 160 ч. олова и 10 ч. никеля;

в) 90 ч. олова, 5 ч. железа и 7 ч. никеля;

г) 160 ч. олова, 7 ч. железа и 10 ч. никеля.

В огнеупорном (гессенском) тигле сначала расплавляют олово и доводят его до белого каления: затем прибавляют железо в виде опилок, тщательно перемешивают железной палочкой и, когда железо расплавилось, всыпают предварительно раскаленный никель, продолжая мешать, но уже не железной, а деревянной палочкой (из твердого дерева); под влиянием разложения от жара дерева образуются пузырьки газа, постоянно поднимающиеся из сплава и способствующие лучшему смешению его.

Если желают придать полуде очень красивый блестящий белый цвет, то приготовляют сплав из 90—95 ч. олова с 10—5 ч. висмута. Но так как висмут довольно дорог, то сплав этот употребляется только для художественных работ.

Для лужения посуды, назначенной для приготовления или хранения кушаний или напитков, должно непременно употреблять или вполне чистое олово, или же сплавы его с небольшими количествами безвредных металлов, а именно с железом или никелем (см. выше), примесь которых, как сказано, делает полуду прочнее. Свинец и цинк как вредные для здоровья и растворимые в пищевых жидкостях должны быть совершенно изгнаны из полуды кухонной посуды. Примесь

свинца или цинка к олову, напротив того, может быть очень полезна для лужения железа во всех тех случаях, в которых эти металлы не могут оказывать вредного влияния на здоровье человека, например, для лужения кровельного листового железа и т.п. Полуда со значительной примесью свинца гораздо дешевле и лучше пристает к железу. Цинк соединяется с железом еще теснее, проникая в него.

Найти в продаже совершенно чистое олово довольно трудно; обыкновенно оно содержит свинец. Примесь свинца до 1 или даже до 2% еще может считаться безвредной даже и для полуды кухонной посуды, но более значительной примеси следует решительно не допускать.

Полуда, содержащая свинец в заметном количестве, отличается уже на вид: не так блестяща, как чисто оловянная, не имеет серебряно-белого цвета последней и, напротив того, отдает в тусклый сероватый цвет. Но если примесь свинца невелика (хотя уже и достаточна для оказания вредного действия), то эти признаки отсутствуют. В таком случае необходимо прибегнуть к химическим пробам; вот одна из самых простых.

В обыкновенную пробирную склянку положить кусочек полуды размером с половину горошины, облить химически чистой соляной кислотой и прибавить несколько капель химически же чистой азотной кислоты. Когда полуда растворится, в прозрачную жидкость впустить несколько капель химически чистой серной кислоты: если свинца нет, то жидкость останется прозрачной; при малом содержании свинца появится молочная муть, а при большом — осядут белые хлопья сернокислого свинца. Для лужения кухонной посуды не годится уже полуда, дающая заметную муть.

В полуде иногда встречаются также случайные примеси железа или меди. Примесь железа безвредна, присутствие же меди можно открыть таким образом: кусочек полуды облить дымящейся азотной кислотой; когда по истечении некоторого времени, бурые пары перестанут отделяться даже и при нагревании, жидкость перелить в фарфоровую чашечку и выпарить почти (но не вполне) досуха; остаток развести небольшим количеством воды, перелить в пробирную склянку и прибавить нашатырного спирта — если медь есть, жидкость примет красивый небесно-голубой цвет.

Можно определить чистоту полуды и уже на луженой посуде. Для этого употребляется следующий состав: 2 ч. оловянной соли (хлористого олова) растворить в 4 ч. дистиллированной воды, прибавить 1 ч. химически чистой азотной и 4 части химически чистой соляной

кислоты. Посредством стеклянной палочки приложить каплю этого состава к испытываемой полуде: если полуда из чистого олова, на месте приложения состава через несколько минут ясно обрисуется кристаллическое строение олова; если же в полуде есть примесь свинца или меди, то сказанного изменения не произойдет.

Лужение меди, латуни и бронзы

В ремесленной практике лужение меди употребляется чаще всего, а именно лужение кухонной посуды. Последняя лудится, как известно, только внутри. Чтобы очистить поверхность для лужения, часто может быть достаточно хорошенько протереть ее паклей с песком, затем прополоскать чистой водой, вытереть насухо и просушить. Но еще проще и вернее: наполнить кастрюлю или другую медную посуду до краев водой, немного подкисленной азотной или соляной кислотой, дать постоять несколько часов и, когда поверхность вполне очистится (станет блестящей), слить кислую воду, промыть несколько раз чистой водой и обтереть насухо. Если кухонная посуда уже употреблялась и потому загрязнена жирными веществами, ее прежде всего нужно прокипятить с раствором соды, протереть твердыми волосяными щетками, затем промыть несколько раз чистой водой и только после этого приступить к очищению ее подкисленной водой.

Само лужение производится таким образом: нагрев кастрюлю или другую медную посуду на углях до температуры плавления олова, влить в нее расплавленное в ковше (см. рис. 3) олово, посыпать порошком нашатыря и растереть тщательно всю поверхность паклей, также посыпанной нашатырем.

Медные предметы, которые нужно полудить снаружи или со всех сторон, для очищения опускаются в подкисленную воду (см. выше), а для лужения погружаются, нагретыми, на 5...6 мин в расплавленное олово, поверхность которого (для защиты от окисления) покрыта растопленным салом или густым раствором хлористого цинка[1]. Вынув из полуды, протереть паклей иди волосяной щеткой.

Чтобы получить более толстый слой полуды, лужение можно повторить 2 или даже 3 раза, после каждого раза протирая паклей или щеткой для удаления неприставшей полуды.

---

[1] Нужный раствор хлористого цинка приготовляется следующим образом цинковые обрезки (в избытке) облить соляной кислотой и оставить в покое до тех пор, пока отделяется газ Как скоро отделение газа прекратипось, отфильтровать жидкость и выпарить ее до консистенции сиропа — в этом виде и употреблять ее

Небольшие медные или латунные вещи, общей массой 4...7 фунтов, после очищения помещают в каменный горшок, нагревают до температуры плавления олова, вливают в горшок расплавленное олово, посыпают порошком нашатыря и хорошенько несколько раз встряхивают — чтобы полуда распределилась равномерно на все содержимое. Когда все предметы покрылись полудою достаточно, их еще горячими высыпают сначала на одно проволочное сито, потом на другое и третье, встряхивая на каждом: делается это для удаления излишка полуды.

Большие бронзовые или латунные вещи перед лужением лучше опускать на некоторое время не в подкисленную только воду, а в разведенную серную или соляную кислоту, так как кислота, растворяя на поверхности другие металлы сплава, превращает эту поверхность в чисто медную, что делает ее более доступной для полуды.

Вылуженные предметы полируются отрубями или древесными опилками.

Для лужения кухонной посуды должно употребляться, как сказано, возможно чистое олово. Но так как чисто оловянная полуда не очень прочна (легко стирается при чистке посуды песком и т.п.), то полезнее употреблять олово с примесью небольшого количества железа или никеля (оба безвредны) в одной из вышеуказанных пропорций. При этом нужно, однако, помнить, что полуда с такими примесями наводится труднее, требует более сильного нагревания и имеет более тусклый цвет.

Мокрое лужение

Для лужения мелких медных, латунных или бронзовых вещей употребляют еще следующий способ: очищенные, как следует (см. выше), вещи кладут в кипящий раствор 1 ч. кремортартара в 24 ч. воды, прибавляют чистого олова в зернах[1] (на 1 ч. медных предметов 1,5 ч. олова) и кипятят 1—2 ч, вынимают, промывают чистой водой и высушивают в опилках (или просто на воздухе). Таким образом, например, обыкновенно лудятся булавки, предварительно очищенные в быстро вращающемся сосуде, наполненном водой с песком.

Полученная этим способом полуда довольно красива, но не особенно прочна.

Гораздо прочнее лужение в растворе оловянно-калиевой соли, который приготавливается удобнее всего так: к раствору в воде оловянной соли приливают нашатырного спирта до тех пор, пока необра-

[1] Зерна олова приготовляются капанием расплавленного олова в холодную воду.

зуется осадок; собирают этот осадок (водная окись олова) на холст и промывают (на холсте) несколько раз водой, затем варят его с крепким раствором едкого калия; получается раствор оловянно-калиевой соли. Разбавив этот раствор водой и нагрев его до 50...100°С, опускают в него предметы для лужения. К предметам несколько значительных размеров во все время операции прикасаются палочкой олова или же кладут эти предметы на оловянные пластинки. Мелкие предметы, например булавки, гвоздики, шпильки и т.п., погружают в раствор на сито. Вместо приведенного раствора может быть употреблена жидкость, состоящая из смеси раствора 1 ч. оловянной соли в 10 ч. воды с раствором 2 ч. едкого калия в 20 ч. воды (мешать пока жидкость не станет прозрачной).

Лужение железа

Лужение железа очень редко практикуется ремесленниками и потому имеет почти только фабричное значение.

Лужение листового железа

Луженое листовое железо, известное под названием жести или белого железа (fer blanc), приготовляется исключительно на фабриках, причем листы, идущие на изготовление кухонной посуды, лудятся чистым оловом ("fer blanc 1-re qualite" — франц.), а употребляемые для других целей, например для крыш, ванн, желобов и т.п., — сплавом олова со свинцом или со свинцом и цинком в различных пропорциях ("brillant doux" и "terne doux" — франц.).

Качество полученной жести зависит от способа лужения и в значительной степени от качества употребляемого железа; лучшая жесть получается из мягкого (нехрупкого) железа, приготовленного на древесном угле, каково, например, русское яковлевское или демидовское железо.

Перед лужением железо очищается кислой *протравой* и затем нередко еще перетирается песком с водой. Как протравы обыкновенно употребляются разведенные кислоты — серная или соляная (1 ч. кислоты на 16—20 ч. воды[1]), а иногда также жидкости, образовавшиеся от кислого брожения органических веществ под воздействием ук-

[1] Во избежание сильного кипения серную кислоту следует вливать в воду понемногу, тонкою струей, постоянно мешая стеклянной палочкой. Ни в коем случае не лить наоборот, воду в кислоту.

сусной и молочной кислоты, например перебродивший в течение нескольких дней настой хлебных отрубей в воде. Оставляется железо в протраве до полного очищения его поверхности: пока последняя не примет равномерный матово-серый цвет. Когда протрава, состоящая из разведенной серной или соляной кислоты, ослабевает от употребления, ее снова доводят до нужной концентрации прибавлением соответственного количества кислоты[1].

Лучшее луженое листовое железо — английское: именно по причине большой тщательности его приготовления по способу, который заключается в следующем.

Так как обыкновенное листовое железо недостаточно мягко и гибко для работ жестянщиков, то перед лужением его размягчают, прокаливая листы в закрытых чугунных ящиках в течение 10...12 ч, затем пропускают их между вальцами и снова прокаливают в закрытых ящиках 5...6 ч. После этого листы для очищения погружают сначала на 10...12 ч в окисший настой отрубей потом, прополоснув в воде, на 30...45 мин в разведенную серную кислоту. Вынув, полируют водой с песком, промывают и сохраняют до лужения под водой. *Само лужение.* Для удаления влаги и равномерного прогревания листы прежде всего погружаются в сосуд с расплавленным, сильно нагретым салом (*первый сосуд с салом*) и оставляются в нем до тех пор, пока вся поверхность листов не покроется сплошь жирным слоем. Отсюда — в сосуд с расплавленным оловом, покрытым сверху слоем сала (*первый сосуд с оловом*); затем — в другой сосуд с расплавленным же оловом (*второй сосуд с оловом*) до образования на поверхности достаточно толстого слоя полуды. После этого листы (положенные горизонтально) растираются паклей, смоченной жиром (для удаления излишка олова), и погружаются в третий сосуд с расплавленным оловом (*третий сосуд с оловом*); так как в этом последнем сосуде и происходит окончательное лужение (заполнение всех неровностей), то наполняется он самым чистым оловом. Для предохранения от окисления олово во втором и третьем сосудах, также как в первом, покрывается сверху слоем сала. Листы, вынутые из последнего (третьего) сосуда с оловом. опускаются сначала минут на 10 во второй сосуд с расплавленным салом или пальмовым маслом (*второй сосуд с салом*), достаточно нагретым для того, чтобы мог стекать излишек олова, и потом, тотчас же, в третий сосуд с салом или пальмовым

[1] Развведенная свкрная кислота, служившая протравой для железа, может быть употреблена для добывания (выпариванием) очень чистого железного купороса.

маслом (*третий сосуд с салом*), также расплавленным, но нагретым меньше, чем в предыдущем сосуде. Здесь листы оставляют до полного охлаждения (в сале и вместе с салом). Чтобы удалить с нижних краев листов утолщения, образующиеся от застывания на них стекающего олова, края эти, по окончании всех операций лужения, погружают в мелкий сосуд с расплавленным оловом на короткое время — до исчезновения утолщений. Вылуженные листы полируются при помощи тряпок смесью хлебных отрубей с промытым мелом, тщательно перетираются фланелью и запаковываются в ящики (в каждом ящике от 130 до 140 фунтов железа).

При других способах лужения листового железа число операций меньше; сосуды с расплавленным салом часто не употребляют вовсе, но расплавленное олово, во всяком случае, остается покрытым или салом, или каким-либо другим веществом, предохраняющим от окисления, например, хлористым цинком.

Существуют фабрики, на которых операции очистки и лужения листового железа производятся при помощи приспособленных для этого машин; известна, например, лудильная машина Жирара (Girard).

Уже пропускание листов между вальцами перед лужением (см. выше — английский способ) придает полученной из них жести очень гладкую блестящую поверхность; но если желают придать жести особенно блестящий, зеркальный глянец, то листы после лужения, перед полировкою их мелом, пропускают еще раз под сильным давлением между гладко отшлифованными вальцами.

Прибавление в полуду небольшого количества висмута сообщает жести, как сказано выше, яркий серебряно-белый глянец.

Муаре жести

Так называемое *муаре* жести (Moiré metalliqué), т.е. разрисовка ее узорами, похожими на узоры оконных стекол от мороза, зависит от образования на поверхности полуды кристаллов олова.

Для получения муаре поступают так: нагревают лист жести над раскаленными углями до тех пор, пока олово полуды не расплавится на поверхности; после этого жесть охлаждают или медленно — на воздухе, или быстро — опуская ее в воду: в первом случае получаются более крупные, а во втором более мелкие рисунки. Вообще, чем медленнее происходит охлаждение, тем крупнее рисунки и наоборот; размер рисунков, следовательно, можно изменять произвольно.



Но рисунки обнаруживаются не тотчас по охлаждению листа жести; для этого охлажденный лист нужно погрузить в разведенную серную или соляную кислоту (см. выше — *протравы*) и оставить в ней до ясного проявления рисунков. Как скоро последние выступили достаточно резко, лист вынимают из кислоты, быстро промывают в обыкновенной воде и тотчас же опускают в кипящую воду; затем быстро просушивают и покрывают каким-либо прозрачным лаком — светлым спиртовым гуммилаковым или эфирным копаловым[1].

Очень хорошо выступают рисунки, если нагретый (см. выше) жестяной лист тотчас же опустить в смесь из 4 частей воды, 1 ч. азотной кислоты, 2 ч. соляной кислоты и 2 ч. оловянной соли; затем, как и в предыдущем случае, промыть в обыкновенной воде, погрузить в кипящую воду и т.д.

Нагревая жестяной лист только местами, можно произвести местную разрисовку; например, если на листе нарисовать раскаленным паяльником буквы или фигуры, то, по охлаждении листа и после действия на него протравы, рисунки выступают именно в форме этих букв или фигур.

При помощи анилиновых красок лак, которым покрывается олово, можно окрасить в различные цвета[2]; для сообщения лаку желтого (золотистого) цвета[2] чаще всего употребляется пикриновая кислота.

Лужение железных вещей

Готовые железные вещи, после очищения их указанным образом протравами и затем песком с водой, лудятся так же, как медные. При лужении полых сосудов только внутри расплавленное олово вливается в подогретый сосуд, посыпается нашатырем и растирается по поверхности паклей. Для лужения же всей (или только наружной) поверхности подогретая вещь погружается на 5...6 минут в расплавленное олово, покрытое сверху салом или раствором хлористого цинка. Точно так же, смотря по желаемой толщине полуды, лужение производится в один, два или три приема; но так как железо лудится труднее меди, то лужение его в один прием обыкновенно не достаточно.

Лужение железных вещей значительно облегчается, если поверхность их предварительно покрыть слегка медью (см. раздел *“Покрытие металлов медью”*).

---

[1] См статью “Лаки” в “Иллюстр словаре практических сведений” д-ра Л.Симонова, с 430—431.

[2] См. там же, с. 388.

Лужение чугуна и стали

Чугун и сталь вследствие содержания в них угля воспринимают полуду трудно, а потому, чтобы достигнуть прочного покрытия этих металлов оловом, поверхность их предварительно лишают угля, т.е. превращают в чисто железную. С этою целью, окружив чугунную вещь со всех сторон порошком перекиси марганца (или окиси железа), нагревают ее в огнеупорном тигле до ярко-красного каления в течение 4...6 ч. Затем для очищения ее погружают в разведенную серную кислоту, в которую прибавлено немного оловянной соли или медного купороса[1], и, наконец, лудят как железо.

Впрочем, лужение чугунных или стальных вещей возможно и без предварительного прокаливания их: совершенно так же, как и железных; но полуда будет менее прочна.

Для облегчения лужения советуют: чугунные вещи после очистки их кислой протравой и промывания чистой водой, погружать в раствор 1 ч. нашатыря в 16 ч. воды, затем высушивать и, опускать нагретыми в сильно разогретое расплавленное олово.

Лужение цинка и свинца

Луженые свинцовые трубы употребляются для водопроводов, а из луженых свинцовых листов делают ящики и ящички, служащие для упаковки чая, шоколада, бисквитов, нюхательного табака и т.п. И те, и другие изготовляются фабричным способом. Точно так же фабричным же способом лудятся и цинковые листы, употребляемые иногда для покрытия крыш, изготовления сточных желобов, ванн и т.п., причем приемы лужения приблизительно те же, что и при лужении железных листов.

Для лужения свинцовых предметов, например свинцовых листов, ремесленным способом их нагревают (довольно сильно), посыпают порошком канифоли, обливают расплавленным оловом, которое тотчас же растирают по поверхности паклей.

Цинк лудится очень легко и полуда пристает к нему прочно. Лудить цинковые предметы можно так же, как и свинцовые, т.е. нагрев их (лучше всего на железных листах), посыпать порошком канифоли

[1] Оловянная соль или медный купорос прибавляются. чтобы помешать растворению в кислоте металлического железа, образовавшегося на поверхности вследствие прокаливания

(или облить растопленным салом) и, при помощи пакли, натереть расплавленным оловом.

Но удобнее всего лудить цинковые вещи так. Приготовить смесь из 2 частей оловянной соли, 2 ч. чистого кремортартара, 4 ч. воды, нагретой до 75°С, и такого количества самого мелкого речного песка, какое нужно для превращения смеси в кашицеобразное тесто. Захватив этого теста на губку или щетку, натереть им поверхность цинковой вещи, которая после этого получает сероватый цвет олова. Чтобы затем сообщить поверхности настоящий оловянный блеск, ее полируют смесью глины с мелким песком.

Очищают свинцовые или цинковые предметы перед лужением большей частью только механически: растиранием песком, порошком пемзы или металлическими щетками и т.п.; или же их на короткое время погружают в разведенную соляную кислоту и затем быстро, тотчас же промывают в чистой воде.

ПОКРЫТИЕ МЕТАЛЛОВ МЕДЬЮ

Так как сама медь легко окисляется на воздухе и потому не может служить прочной защитой для других металлов, то покрываются ею некоторые металлы или для сообщения им более красивого вида, или же для облегчения покрытия их действительно предохраняющими металлами; с этой последней целью, например, иногда покрывают медью железо перед лужением.

Покрытие латуни

Легче всего покрыть медью латунные предметы. Так как латунь (желтая медь) есть сплав меди с цинком, то для получения на поверхности латунных вещей слоя чистой (красной) меди их стоит только погрузить на некоторое время в жидкость, которая растворяла бы цинк, например в разведенную серную кислоту. Но такое покрытие латуни медью не особенно прочно.

Чтобы латунным вещам придать вид темно-красной бронзы, их кладут в разведенную соляную кислоту и держат в ней до тех пор, пока они не примут желаемого цвета.

Более прочное покрытие латунной вещи медью достигается, если ее на 1 минуту погрузить в раствор 10 частей медного купороса и 5 частей нашатыря в 160 частей воды и затем тотчас же, не дав еще

обсохнуть, нагревать над раскаленными древесными углями до тех пор, пока красный цвет меди не выступит резко; после этого прополоскать в воде и просушить.

Покрытие железа и стали

Железо легко покрывается медью, если его, предварительно очистив, погрузить в раствор медного купороса или другой медной соли. Но полученный этим способом слой меди быстро сходит.

Значительно более прочное покрытие железа (или стали) медью достигается погружением его в один из следующих двух составов. *Первый состав:* 1 часть (по объему) соляной кислоты и 3 части (по объему) воды, в которой растворено немного медного купороса. *Второй состав* получается так: 750 ч. сегнетовой соли (tartarus natronatus) и 400 ч. твердого едкого натра растворить в 1000 ч. воды, затем смешать этот раствор с раствором 170 ч. медного купороса в 1000 ч. воды.

Погрузив железную вещь в первый состав, в него, по истечении некоторого времени, прибавляют еще немного насыщенного раствора медного купороса, потом еще и еще и так до тех пор, пока не образуется на поверхности вещи достаточно толстый слой меди.

Во второй состав вещь опускается на 1...3 сут, смотря по желаемой толщине медного слоя.

Опускать вещь в состав лучше всего привязанной на цинковой проволоке. Перед операцией она должна быть, конечно, очищена, как следует, а после промыта сначала в растворе соды и потом несколько раз в чистой воде; наконец, просушена и прополирована.

Самое прочное покрытие медью получается во втором составе.

ПОКРЫТИЕ МЕТАЛЛОВ ЦИНКОМ

Покрытие железа

Чаще всего цинком покрывается железо и, главным образом, именно листовое железо и железная проволока. Хотя цинк и окисляется на воздухе, но настолько незначительно и поверхностно, что покрытое им железо предохраняется от окисления вполне — даже более, чем при покрытии полудой (совсем не окисляющейся на воздухе), на том основании, что цинк, будучи сам в высшей степени электроположительным металлом, делает соприкасающееся с ним железо электро-

отрицательным и потому значительно менее доступным действию окисляющих влияний. Предохранительное значение цинка в этом отношении таково, что окислению не подвергаются даже места, остающиеся случайно непокрытыми, если только размер этих мест в отдельности не превышает 1 квадратного дюйма. В соприкосновении с оловом железо, наоборот, становится электроположительным, вследствие чего малейшее отверстие в полуде заставляет железо быстро ржаветь. Именно по этой причине предпочитают покрывать железо цинком во всех тех случаях, в которых ядовитость цинка и тусклый цвет полуды имеют малое значения, например для кровельного листового железа, телеграфной проволоки и т.п. Притом же цинк гораздо дешевле олова. Но для кухонной посуды или для предметов, поверхность которых должна быть блестящей, следует употреблять олово.

По причине указанного электрогальванического влияния цинка железо, покрытое им хотя бы и не гальваническим путем обыкновенно называют *гальванизированным*.

Покрытие цинком листового железа и проволоки производится обыкновенно фабричным способом, причем железо предварительно подвергается такой же очистке, как и для лужения оловом, т.е. сначала погружается в разведенную серную или соляную кислоту (чаще всего в соляную: 1 ч. на 7 ч. воды по объему), затем прополаскивается, протирается очень мелким, но твердым песком с водой, снова промывается и до покрытия цинком держится под водой.

Перед самым покрытием железо погружается на короткое время или в раствор нашатыря в воде, или же в следующий состав: 30 ч. воды, 30 ч. соляной кислоты, 2 ч. хлористого цинка и 1 ч. нащатыря. Вынутое из раствора железо, высушивается до тех пор на поверхности не образовался белый налет.

После этого немедленно погружается в расплавленный и сильно разогретый цинк, покрытый порошком нашатыря (для предотвращения окисления). Если цинк, хотя и расплавлен, но недостаточно сильно разогрет, железо приходится оставлять в нем дольше, чем следует, вследствие чего цинк пристает к нему слишком толстым слоем, а самое железо становится хрупким. Нагревать цинк нужно именно настолько сильно, чтобы для покрытия было достаточно погружения на несколько секунд.

По удалению из расплавленного цинка, железо обыкновенно тотчас же опускают для охлаждения в воду комнатной температуры;

но чтобы покрытый цинком предмет не был хрупок и, напротив того, сохранял нужную для работ мягкость, его, по изъятии из расплавленного цинка, следует погружать не в обыкновенную, а в кипящую воду, в которой и оставлять до остывания; еще лучше кипящую воду заменять расплавленным салом или пальмовым маслом.

Если железо остывало в воде, то его после этого высушивают и при помощи щетки полируют хлебными отрубями или древесными опилками; если же в сале, то салу дают стечь, пока железо еще горячо (50...60°C), затем промывают сначала в слабом щелоке, потом в чистой воде и, наконец, протирают мягкой сухой тряпкой.

Мелкие железные вещи (цепочки, кольца, крючки, гвозди и т.п.) после очищения в кислой протраве, промывания в чистой воде и просушки погружают на 2 или 3 минуты в расплавленный цинк (покрытый порошком нашатыря) корзинке из толстой проволоки, которую все время встряхивают (чтобы предметы облегались цинком со всех сторон и не склеивались). Но так как при этом способе на вещах нередко остается значительный избыток цинка, то для удаления последнего их, тотчас по изъятии из расплавленного цинка, накаливают до красна при помощи древесных углей.

Покрытие мелких железных предметов цинком будет прочнее, если их предварительно слегка покрыть медью: очищенные предметы погружают на несколько секунд в раствор 1 ч. медного купороса в 10 ч. воды, промывают и, просушив, опускают в расплавленный цинк.

Покрытие меди, латуни и бронзы

Очищенные, как следует, предметы из этих металлов покрываются достаточным слоем цинка, если их погрузить непосредственно в расплавленный цинк (покрытый порошком нашатыря). Но покрытие будет прочнее и красивее, если поступать так.

В обыкновенной соляной кислоте растворить столько цинка, сколько в ней может раствориться[1]; затем прибавить сюда нашатыря в количестве, равном количеству растворившегося цинка. Раствор этот удобнее всего наливать в сосуд или ящик, выложенный внутри цинковым листом. Хорошо очищенные предметы опустить в эту жидкость и оставить в ней до тех пор, пока еще отделяются пузырьки газа (обыкновенно 1...2 мин); вынув, просушить над расплавленным цинком и затем тотчас же погрузить их в последний на короткое время.

---

[1] Получается раствор хлористого цинка.

Другой столь же надежный способ. В фарфоровый сосуд налить раствор нашатыря в воде, положить в него зернистого цинка[1], погрузить вещи и нагревать, пока жидкость не закипит, после этого вещи вынуть и, как и в предыдущем случае, опустить в расплавленный цинк.

ПОКРЫТИЕ МЕТАЛЛОВ СЕРЕБРОМ, ЗОЛОТОМ И ПЛАТИНОЙ

Наиболее употребительные способы покрытия названными металлами других металлов следующие:

а) натирание порошком покрывающего металла или же различными составами, содержащими этот металл;

б) погружение в раствор солей покрывающего металла;

в) плакирование;

г) покрытие *через огонь* при помощи амальгамы (сплава покрывающего металла со ртутью).

Наиболее прочное соединение дает плакирование, возможное на деле только в фабричным путем, так как требует особых приспособлений и сильных вальцовальных машин. Очень прочным может быть и покрытие *через огонь*, но работа при этом способе со ртутью делает его вредным для здоровья, а потому теперь он употребляется почти исключительно только при золочении, да и здесь все более и более вытесняется гальваническим золочением. Первые два способа очень легки по исполнению, но зато достигаемые при помощи их результаты не отличаются особой прочностью.

Впрочем, в настоящее время все указанные четыре способа применяются на практике сравнительно редко и постепенно заменяются *гальваническим покрытием*, нетрудным по исполнению, прочным и, что главное, позволяющим точно регулировать толщину слоя покрывающего металла.

Покрывать серебром, золотом или платиной можно медь, латунь, бронзу, цинк, железо, сталь, олово и другие металлы; но чаще всего покрываются ими медь, латунь, бронза и мельхиор, реже железо и цинк, золотом — очень часто серебро.

Все покрываемые металлы перед покрытием должны быть очень тщательно очищены.

---

[1] Зерна цинка приготавливаются так же, как и зерна олова.

Железные предметы очищаются, как описано выше: механически — скоблением, растиранием песком, пемзой и пр. и, если нужно, химически — погружением в разведенную серную или соляную кислоту. *Чугунные* вещи с этой целью оставляются на 2...3 ч в воде, содержащей 1% серной кислоты, потом промываются, перетираются песком и снова промываются. *Сталь* можно очищать или также механически растиранием порошком пемзы, или же сначала кипячением в щелоке, а потом погружением на 1...2 с в разведенную соляную кислоту (3 ч. кислоты на 10 ч. воды), после чего вещь должна быть быстро промыта и немедленно же подвергнута операции покрытия. Для удаления со стали *синего налета* ее опускают или на $^1/_4$ часа в 3-процентный раствор азотнокислой ртути, или же на очень короткое время в азотную кислоту, разведенную 10 частями воды.

Для *оловянных*, *свинцовых* и *цинковых* предметов обыкновенно достаточно механической очистки; но иногда оловянные и свинцовые вещи очищают еще погружением их на несколько секунд в разведенную соляную кислоту, а цинковые вещи — в смесь из 100 ч. серной кислоты, 100 ч. азотной кислоты и 1 ч. поваренной соли. В обоих случаях вещи, тотчас же по изъятии их из указанных жидкостей, должны быть промыты в обильной воде.

Вещи из *меди*, *латуни*, *бронзы*, *мельхиора* и других *сплавов меди* лучше прежде всего слабо прокалить между разожженными древесными углями — для уничтожения органической грязи; затем для удаления жирных частиц прокипятить в крепком калийном или натриевом щелоке[1] — кипятить до тех пор, пока вынутые из щелока и тотчас же опущенные в холодную воду вещи не будут омываться последней равномерно везде, без образования жирных капелек и полосок[2]. Промыв, погрузить их в смесь из 3 ч. серной кислоты и 22 ч. воды, оставляя их здесь до тех пор, пока не уничтожится черный налет (окись меди), образовавшийся при прокаливании, и поверхность не примет натуральный желтоватый цвет. Снова тщательно промыть

---

[1] Лучше всего растворить в воде едкий калий или натрий (последний дешевле), концентрированный до 30° по ареометру Боме. Можно употреблять раствор обыкновенной соды в 3—4 ч. воды (кипящей); но такой раствор менее действенен.

[2] Если холодная вода еще не везде хорошо пристает к вещам и вокруг последних заметны на воде жирные подтеки, вещи следует снова погрузить в горячий щелок и кипятить. Производить кипячение удобнее всего в чугунных, эмалированных внутри котлах. Вещи опускаются в щелок прикрепленными к медным проводникам и не оставляются в нем на одном месте, а во все время кипячения постоянно передвигаются. За один раз может быть погружено несколько вещей.

вещи и погрузить их на короткое время в смесь из 100 ч азотной кислоты (35° по Боме), 1 ч поваренной соли и 1 ч прокаленной трубной сажи[1] — пока поверхность опять не почернеет Вынув, промыть и опустить на 1 2 с в приготовленную заранее (по крайней мере часов за 12) *протраву*, состоящую из смеси 100 ч азотной кислоты (36° по Боме), 100 ч. серной кислоты (66°), 1 ч. поваренной соли и 1 столовой ложки прокаленной трубной сажи на каждые 5 л (4 кружки) жидкости[2]. Держать предметы в протраве не неподвижно, а непрерывно передвигая их с места на место; после этого тотчас же несколько раз промыть в обильной, если можно, проточной воде, поверхность снова станет светлой и блестящей. Впрочем, к первым двум операциям, а именно к прокаливанию и кипячению в щелоке, прибегают не всегда: прокаливать не следует, когда желательно, чтобы вещи сохранили прежнюю твердость; нет надобности кипятить в щелоке предметы, на которых нельзя подозревать присутствия жирных веществ[3]. При золочении, серебрении и платинировании погружением в растворы солей этих металлов, следовательно и при гальваническом способе, для того чтобы отлагающийся слой серебра, золота или платины приставал прочнее, вещи, перед погружением их в указанные растворы, опускают на 1 ..2 с в раствор азотнокислой ртути. Последний приготавляется или как показано в разделе “Золочение”, или путем соединения 2 ч. продажной азотнокислой ртути, 5 ч. азотной (или серной) кислоты и 5 ч. воды. Вынув из раствора, вещи снова хорошо прополаскивают. Некоторые практики, впрочем, уже не промывают вещи после погружения их в раствор азотнокислой ртути, а переносят их отсюда непосредственно в золотой, серебряный или платиновый раствор, *обтерев их*, однако, предварительно чистой *мягкой тряпочкой*.

---

[1] Вместо сажи могут быть употреблены сухие древесные опилки из несмолистого дерева Присутствие этих веществ, способствуя превращению части азотной кислоты в азотистую, усиливает действие первой, но можно обойтись и без них

[2] Есть много и других рецептов протрав Для вещей, содержащих много меди (чистая медь, томпак, известные сорта бронзы) очень хороша следующая протрава 2000 ч азотной кислоты (36° по Боме), 1500 ч серной кислоты (66° по Боме), 80 ч соляной кислоты, 90 ч нашатыря и 100 ч прокаленной печной сажи В протраве вещь, как сказано, следует держать очень короткое время 1-2 секунды, если держать дольше, то поверхность вещи, вследствие разъедания кислотами, из гладкой и блестящей превращается в матовую

3 Полированные вещи лучше кипятить в щелоке, потому что при полировке почти всегда употребляется жир

Серебряные вещи (для золочения) слегка прокаливаются на углях и еще горячими погружаются в очень разведенную серную кислоту, по изъятии из которой хорошенько промываются

Все операции очистки следует производить, по возможности, быстро, одну за другой Как во время, так и в особенности после очищения к вещам ни в каком случае нельзя прикасаться руками, погружать же их в жидкости следует на привязанных к ним проволоках (медных или цинковых, но не железных).

Металлы, портящиеся от щелока, например железо и свинец, равно как и вещи, особенно тщательную полировку которых желают сохранить, кипячению в щелоке не подвергают. Для удаления жира с такого рода металлов и вещей употребляют бензин: с этой целью вещи погружают на проволоках в железный, внутри эмалированный, сосуд, наполненный бензином до трех четвертей[1] и, постоянно передвигая с места на место, оставляют до полного освобождения их от жирного налета. После бензина вещи промывают сначала в кипящей, а потом в комнатной (обильной) воде Бензин вообще очень хорошее средство для очищения металлов от жира, поэтому его нередко употребляют и для вещей, которые выдерживают без порчи кипячение в щелоке, а именно, если на вещах очень много жира, то их подвергают действию бензина перед кипячением в щелоке.

Понятно, что там, где нельзя подозревать жира, можно вовсе обойтись и без щелока, и без бензина. Во многих случаях для удаления жира может быть достаточно одного прокаливания, которое, конечно, применимо не ко всем вещам, ему не могут быть подвергаемы, например, предметы из легкоплавких металлов — цинка, олова и свинца. Оно не годится также для железа. Равным образом его следует избегать во всех тех случаях, в которых желают, чтобы вещь сохранила свою первоначальную твердость.

Если нужно, чтобы поверхность медных вещей (или вещей из сплавов меди) после покрытия была не блестящей, а *матовой*, то вместо протравы можно употреблять один из следующих растворов.

а) 20 ч., по объему, азотной кислоты (36° по Боме), 10 ч. серной кислоты (66° по Боме), $^1/_{10}$ ч., также по объему, поваренной соли и от $^1/_{10}$ до $^1/_2$ ч цинкового купороса,

---

[1] С бензином должно обращаться очень осторожно, так как он вследствие своей летучести очень легко воспламеняется Очищение при помощи его следует производить днем, вдали от огня, а железные сосуды, содержащие его, должны быть снабжены крышками

б) равные части азотной (36° по Боме) и серной (66° по Боме) кислоты и столько цинкового купороса, сколько растворится[1];

в) 1 часть, но объему, насыщенного (при обыкновенной температуре) раствора в воде двухромовокислого калия и 2 части крепкой соляной кислоты.

Матовое покрытие, впрочем, можно получить и при помощи обыкновенной протравы, если оставить в ней вещь более, чем на несколько секунд; но приведенные растворы предпочтительнее для этой цели. И в первых двух из этих растворов (*а* и *б*), действующих сильно, вещи не должны оставаться долго — только немного дольше, чем в обыкновенной протраве; иначе поверхность их будет не матовой, а разъеденной. Раствор *в*, напротив того, должен действовать в течение нескольких часов; он дает очень красивый матовый оттенок, но после него вещи должны быть на мгновение опущены в обыкновенную протраву и затем тотчас же промыты.

Покрытие натиранием

Способ этот, употребляемый иногда для мелких предметов, вообще не обеспечивает прочного покрытия, в особенности при серебрении.

Золочение

Для покрытия золотом служит золотой порошок, получаемый таким образом. Кусочки золота (размельченные золотые монеты, сломанные золотые вещи, листовое золото) обливают в фарфоровый чашке смесью, известной под названием *царской водки* и состоящей из 3 частей соляной кислоты и 1 ч. дымящейся азотной кислоты[2]; золото постепенно растворяется в этой жидкости, причем из нее выделяются пузырьки газа с хлорным запахом. Когда, по истечении известного времени, отделение пузырьков и запаха прекращается, прибавляют еще царской водки и так до полного растворения золота. Для ускорения растворения чашку со смесью можно слегка подогревать. По растворении всего золота жидкость переливают в стеклянный сосуд и разводят 5—6 объемами дистиллированной воды; затем прибавляют в нее раствор железного купороса, под влиянием которо-

---

1 Прибавление цинкового купороса (сернокислого цинка) в протраву вообще способствует превращению глянцевого покрытия в матовое

2 Смесь эта должна быть приготовпена перед самым употреблением Дымящимися называют самые крепкие кислоты, почти не содержащие воды, они действительно дымят (т е выделяют пары) на воздухе

го в жидкости образуется черно-бурая муть, оседающая в виде тончайшего бурого порошка химически чистого золота. Раствор железного купороса продолжают приливать понемногу до тех пор, пока отлитая в пробирную склянку[1] проба более не мутится от этого раствора. После этого содержимое сосуда, вместе с осадком, выливается на бумажный фильтр (из *шведской бумаги*); жидкость проходит, а на фильтре остается порошок золота, который на фильтре же промывается несколько раз дистиллированной водой и потом высушивается.

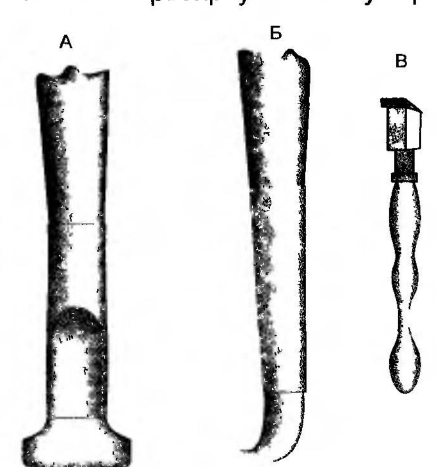


Рис. 22

Для золочения приготовленный таким образом порошок золота берут на кусок замши, слегка смоченный уксусом, и, достаточно надавливая, натирают им предварительно хорошо очищенную вещь. Когда вещь везде равномерно покрылась золотом, ее полируют стальной или агатовой полировкой (см. рис. 22)[2] Вместо замши можно употреблять пробку или полировать большим пальцем руки, а вместо уксуса — соленую воду.

Порошок для золочения может быть приготовлен еще и следующим, более легким способом. Растворив золото в царской водке, обмокнуть в раствор кусок чистой ваты, высушить и сжечь его в фарфоровой чашечке: остающаяся зола и есть золотой порошок, хотя и не столь чистый, как приготовленный первым способом, но вполне годный для золочения натиранием.

Можно золотить и хлорным золотом. Выпарив осторожно (на легком огне) раствор золота в царской водке досуха, растворяют остаток (хлорное золото) в растворе синеродистого калия (kalium cyanatum). Прибавляют столько промытого (и высушенного) мела, сколько

---

[1] Употребляемые в химических лабораториях пробирные склянки — узкие стаканчики (в диаметр пальца) из тонкого огнеупорного стекла с закругленным дном могут быть приобретены в магазинах химической посуды

[2] Подробности относительно полирования см далее при описании гальванического серебрения и золочения.

нужно для образования жидкой кашицы; при помощи кисти покрывают этой кашицей вещь, спустя некоторое время кашицу смывают и вещь полируют[1].

Цинковые и оловянные предметы золотятся этим способом легко, медные же, латунные и бронзовые лучше предварительно покрыть цинком, а железные и стальные — медью.

Известен другой способ золочения хлорным золотом. Растворив остаток после испарения раствора золота в царской водке, т.е. хлорное золото[2], в дистиллированной воде, прибавляют 3—4 объема эфира и хорошо встряхивают; дают постоять около $^1/_4$—$^1/_2$ ч; эфир, подымаясь на поверхность, увлекает за собой хлорное золото, а внизу остается чистая вода. Эфир с золотом осторожно сливают и, обмакивая в него кисть, в несколько приемов покрывают им вещь; если вещь невелика, то ее удобнее погрузить в жидкость. По испарении эфира вещь полируют и покрывают раствором воска в скипидаре или парафина в бензине.

Золотят этим способом вещи предварительно хорошо полированные (преимущественно железные или стальные).

Серебрение

Для серебрения натиранием могут быть употреблены следующие три состава:

а) 3 ч. хлористого серебра[3], 3 ч. поваренной соли, 6 ч. чистого поташа и 2 ч. промытого (и высушенного) мела;

б) 1 ч. азотнокислого серебра (ляписа) и 3 ч. синеродистого калия;

в) 3 ч. хлористого серебра, 8 ч. кремортартара и 8 ч. поваренной соли. Все составы должны быть приготовлены в полутемном месте

---

[1] При этом способе золочения, равно как и при всех тех способах покрытия металлов, при которых употребляется синеродистый калий, нужно быть очень осторожным, потому что синеродистый калий — сильнейший яд.

[2] Еще лучше вместо хлорного золота употреблять двойную соль хлорного золота и натрия, которая получается таким образом: растворив золото в царской водке и, выпарив досуха, смешать остаток с одинаковым, по весу, количеством сухой поваренной соли, растворить в дистиллированной воде и выпаривать до кристаллизации. Соль эту, как и хлорное золото, можно получить готовой в аптекарских или фотографических магазинах.

[3] Приготавливается хлористое серебро так: растворив серебро в азотной кислоте, прибавляют понемногу соляную кислоту до тех пор, пока необразуется тяжелый белый осадок, похожий на творог. Остаток отфильтровывается, несколько раз промывается на фильтре водой (пока проходящая сквозь фильтр вода не перестанет окрашиваться в голубой цвет, т.е. пока не будет удалена из остатка вся медь) и высушивается в темном месте.

или при искусственном освещении и сохраняемы в склянках из желтого или бурого стекла.

Смочив смесь дистиллированной водой настолько, чтобы она превратилась в кашицу, натирают ей вещь при помощи пробки, замши или суконки, затем вещь промывают и полируют мягкой кожей и промытым (сухим) мелом.

Состав в нередко употребляется для серебрения металлических пуговиц. При работе с составом *б* требуется большая осторожность (руки должны быть в кожаных перчатках), так как он очень ядовит.

Платинирование

Применяется очень редко. Осуществляется при помощи смеси эфира с хлорной платиной, смеси, которая приготовляется и наводится на вещь точно так же, как и подобная же смесь золота с эфиром. Возможен и другой способ — натирание вещи кашицеобразной смесью двойной соли хлорной платины и аммиака[1] с кремотартаром и дистиллированной водой, причем поступают как при серебрении и золочении.

Покрытие погружением в растворы солей покрывающего металла

Этот способ дает значительно более прочное покрытие, чем предыдущий, хотя еще далеко не такое прочное, как плакирование, покрытие через огонь или гальваническое.

Основан этот способ на легкости, с которой золото, серебро и платина восстанавливаются из растворов их солей в присутствии других металлов. Если в растворы солей золота, серебра или платины погрузить, например, цинк или медь, то соли эти постепенно разлагаются и выделяют соответственно металлическое золото, серебро или платину, которые постепенно осаждаются на цинк или медь и покрывают их. Поэтому золочение, серебрение или платинирование достигается при этом способе простым погружением данного металла в растворы солей золота, серебра или платины.

Но так как погруженный в раствор металл действует химически только до тех пор, пока известная часть его поверхности остается

[1] Смесь двойной соли хлорной платины и аммиака получается, если в раствор платины в царской водке, т.е. в раствор хлорной платины, прибавить раствор нашатыря в воде: образующийся желтоватый осадок и есть названная соль; ее отфильтровывают, промывают несколько раз на фильтре и высушивают.

открытой, то осаждение на нем золота, серебра и платины прекращается, как скоро поверхность его покрылась ими вполне, вследствие чего толщина слоя покрывающего металла не может быть велика, а следовательно, и самое покрытие — никогда достаточно прочным. При гальваническом покрытии покрываемый металл также погружается в раствор солей покрывающего металла; но здесь разложение солей и осаждение выделяемого ими металла происходит независимо от покрываемой поверхности и продолжается до тех пор, пока действует электричество; поэтому и слой покрывающего металла может достигать любой толщины, зависящей единственно от времени действия электрического тока (см. раздел *"Гальваническое покрытие одних металлов другими"*).

Золочение

Различных растворов для золочения погружением много; приводим из них три.

Первый раствор такого рода, произведший целый переворот в искусстве золочения металлов, быть изобретен *Елкингтоном*. Приготавливается он следующим образом: 156 г золота растворяют в смеси из 656 г азотной кислоты (плотность 1,45 г/см^3) и 444 г соляной кислоты (плотность 1,15 г/см^3); раствор выпаривают в водяной бане и полученный осадок хлорного золота растворяют в перегнанной воде, фильтруют и прибавляют столько перегнанной же воды, чтобы всей жидкости было 20 кг; затем в течение 2-х ч кипятят с 10 кг двууглекислого калия[1].

Парижские фабриканты дешевых ювелирных изделий употребляют раствор Елкингтона, видоизмененный химиком *Реньо* (Regnault): 100 г золота растворяют в царской водке, составленной из 250 г азотной кислоты (36°по Боме), 250 г соляной кислоты и 250 г дистиллированной воды[2]. В чугунный котел наливают 20 л чистой воды, нагревают ее и в нагретой растворяют 3 кг двууглекислого калия. Та-

1 В случае нужды двууглекислый калий может быть заменен более дешевым углекислым калием, т.е. очищенным поташем Для получения же последнего обыкновенный (продажный) поташ обливают равным, по массе, количеством холодной воды, дают постоять несколько часов, фильтруют образовавшийся раствор и выпаривают его досуха Остающийся после испарения воды сухой углекислый калий еще горячим перекладывают в стеклянный сосуд и хорошо закупоривают (чтобы не притягивал влагу из воздуха)

2 Операцию растворения производят в стеклянной колбе, в таком месте, из которого образующиеся при этом вредные пары азотной кислоты могли бы тотчас же уходить в печную трубу.

кое же его количество примешивают понемногу к упомянотому раствору золота, налитому в большую фарфоровую чашку; происходит сильное шипение (от выделения углекислого газа). Когда шипение прекратится, содержимое чашки выливают в котел с раствором двууглекислого калия и кипятят в течение 2-х ч, чаблюдая, чтобы уровень жидкости (намеченный с самого начала) постоянно оставался тем же (по мере испарения жидкости подливают *горячую* воду). Чтобы не терять напрасно золота, следует употреблять котел, внутренняя часть которого предварительно позолочена, что достигается оставлением в котле на некоторое время старого, уже употреблявшегося, раствора золота; в противном случае часть приготовленного свежего раствора золота пойдет на позолоту самого котла. Когда во время кипения раствора в котле из него начинает осаждаться черный осадок, то это показывает, что раствор вполне готов; котел на время снимают с огня, дают отстояться, жидкость осторожно сливают (или сцеживают) с осадка и, удалив осадок, снова переливают в тот же котел; погружают покрываемые вещи и продолжают кипятить во все время золочения (постоянно наблюдая, чтобы уровень жидкости не изменялся).

Раствор Кастеллани содержит: 1 ч. кристаллического хлорного золота, 10 ч. концентрированной соляной кислоты, 4 ч. серной кислоты, 2 ч. борной кислоты и 150 ч. воды (также в кипящем состоянии).

Мы опишем подробно золочение в растворе Реньо, который дает довольно хорошие результаты.

Прежде, чем приступить к золочению этим способом, нужно приготовить следующие два раствора: *раствор для освежения* и *раствор азотнокислой ртути*. Первый состоит из смеси 40 ч. серной кислоты (60° по Боме), 40 ч. азотной кислоты (36° по Боме) и 1 ч. морской соли. Раствор следует приготовлять не ранее, как накануне; он сообщает вещам свежий новый вид и способствует лучшему отложению и приставанию золота. Для приготовления второго раствора 10 ч. ртути обливают в стеклянной колбе 11 ч. азотной кислоты (36° по Боме) и нагревают на легком огне; по растворении ртути[1] разбавляют 540 ч. дистиллированной или дождевой воды и сохраняют в плотно заткнутых склянках.

Приступая к золочению, справа от котла, в котором кипит раствор золота, расставляют в следующем порядке: сосуд с раствором для

[1] Также следует заботиться, чтобы образующиеся при этом пары азотистой кислоты выходили тотчас же в печную трубу.

освежения, две миски чистой воды, сосуд с раствором азотнокислой ртути и еще одну (третью) миску с чистой водой; слева от котла — две или три миски воды. Вещи для золочения, привязанные к латунной проволоке, нанизывают на железный крючок (сколько уместится) и погружают *последовательно*: в раствор для освежения, в первую и вторую миски с водой, в раствор азотнокислой ртути, в третью миску с водой и, наконец, в кипящий в котле золотой раствор; в последнем их надо держать более или менее долго, смотря по тому, какой толщины желают иметь позолоту, но вообще редко долее $^1/_2$ мин, так как по истечении этого времени позолота обыкновенно не утолщается. Вынув из котла, вещи промывают последовательно в двух мисках воды, расположенных слева от котла и затем просушивают в нагретых древесных опилках. Позолотив одни вещи, точно те же операции повторяют с другими вещами и так продолжают до истощения золотого раствора, т.е. до тех пор, пока на вещах не перестанет отлагаться достаточный слой золота, что, впрочем, можно рассчитать и заблаговременно, принимая в соображение вес золота в растворе и вес уже позолоченных вещей[1]. Чтобы заставить действовать еще некоторое время уже истощенный раствор золота, к нему иногда прибавляют несколько капель крепкого раствора азотнокислого серебра (ляписа); но позолота в таком случае принимает (от примеси серебра) бледный зеленоватый оттенок, который приближается тем более к цвету серебра, чем менее в растворе золота и чем более прибавлено азотнокислого серебра; под конец вместо позолоты может получиться посеребрение.

Чтобы сообщить позолоте приятный цвет, больший блеск и возможную прочность, парижские фабриканты подвергают вещи, после просушки в опилках, *окончательной отделке* (mise en couleur). С этой целью их погружают в горячий раствор, приготовленный следующим образом: смесь из 6 ч. азотнокислого калия (калиевой селитры), 2 ч. чистого железного купороса и 1 ч. сернокислого цинка (белого купороса) обливают таким количеством *кипящей* воды, какое требуется для ее растворения (насыщенный раствор). Вынув из этого раствора, вещи сушат, поворачивая их перед ярким огнем до тех пор, пока они

---

[1] Для этого вещи должны быть, конечно, взвешены до и после позолоты· разница в весе покажет, сколько израсходоеано золота. Для надлежащей позолоты 1000 весовых частей указанных выше легких и тонких вещей требуется около 2 весовых частей золота Можно позолотить и 1 весовой частью золота, но в таком случае позолота будет очень непрочна. На 50 см^2 ($7^3/_4$ кв. дюймов) поверхности при погружении в кипящий золотой раствор отлагается около 6 мг золота, а при погружении в холодный раствор — только около 0,5 мг.

не примут легкий буроватый оттенок, после чего их снова промывают, просушивают в опилках и полируют замшей.

Подобным же образом употребляются для золочения и другие упомянутые выше растворы, также в кипящем состоянии. Вообще же эти растворы применимы, главным образом, для золочения мелких медных, латунных или мельхиоровых (а также и серебряных) вещей, преимущественно тонких фигурных, тисненных и проволочных изделий, например металлических цветов, легких серег и брошек филиграновой работы, не выдерживающих золочения через огонь. Крупные предметы не годятся для золочения этим способом уже потому, что при погружении слишком охлаждают золотой раствор. Впрочем, можно золотить и вещи довольно значительных размеров, если их перед погружением в золотой раствор достаточно нагреть в горячей воде, для чего при золочении в растворе Реньо, можно наполнять горячей водой третью миску с водой справа от котла. Чтобы позолотить погружением в золотой раствор железные или стальные вещи, их нужно предварительно покрыть медью.

После золочения и просушки вещи полируются мягкой кожей (замшей).

Серебрение

Растворов для серебрения существует еще более, чем для золочения. Вот несколько употребительных в холодном виде:

1) 2 ч. серноватистокислого серебра (Argentum hyposulfurosum) растворить в 20—30 ч. воды и прибавить 1 ч. нашатыря[1]; раствор этот годен для серебрения медных, латунных, мельхиоровых, железных и стальных вещей;

2) 2 ч. азотнокислого серебра (ляписа), 1 ч. нашатыря, 4 ч. серноватистокислого натра, 4 ч. промытого порошка мела и 40 ч. воды — для медных, латунных, мельхиоровых и бронзовых вещей;

3) 11 ч. азотнокислого серебра, 60 ч. синеродистого калия, 11 ч. промытого порошка мела и 750 ч. воды (для употребления 1 ч. раствора разбавляется 2 ч. воды).

[1] Для получения серноватистокислого серебра растворяют в воде азотнокислое серебро (ляпис) и приливают в раствор нашатырного спирта до тех пор, пока образующийся вначале осадок не растворится снова; после этого прибавляют сначала насыщенный раствор серноватистокислого натра (Natrum hyposulfurosum — соль, употребляемая в фотографии для фиксирования) в избытке и затем спирт, который осаждает серноватистокислое серебро. Осадок отфильтровывают, промывают и высушивают.

Все эти растворы, особенно первые два, должны по возможности, быть свежеприготовлеными и храниться в склянках из темно-желтого стекла, так как портятся от света. Серебрение производится простым погружением в них предварительно очищенных вещей (на медных или цинковых проволоках); но оседающий при этом на поверхности вещей слой серебра чрезвычайно тонок и потому очень непрочен. Любителям советуем предпочитать первый и второй растворы, так как третий раствор содержит весьма ядовитый синеродистый калий. Все растворы окрашивают кожу рук в черный цвет[1].

Значительно более толстый и, следовательно, более прочный слой серебра образуется при погружении вещей в кипящие растворы, причем поступают точно так же, как при золочении. Приводим раствор, очень часто употребляемый для этой цели во Франции. В 4 литрах воды, налитой в эмалированный котел, растворяют 150 г едкого калия, 100 г двууглекислого калия и 60 г синеродистого калия, затем прибавляют 20 г азотнокислого серебра, распущенного в 1 л дистиллированной воды. Кипятят и в кипящий раствор погружают вещи, наблюдая, как и при золочении, чтобы уровень жидкости в котле оставался постоянно тот же; держат вещи в серебряном растворе дольше, чем в золотом.

Платинирование

Покрытие платиной "мокрым" путем производится гораздо реже, чем золочение и серебрение. Операции совершенно те же, что и при золочении в кипящем растворе. Наиболее подходящие для этого растворы приготовляется следующим образом:

1) 1 ч. платины растворяют в 30 ч. царской водки, составленной из равных частей азотной, соляной кислоты и воды. Выпаривают раствор до половины: прибавляют 48 ч. двууглекислого натра и 2 л воды; кипятят до растворения натрия, после чего всыпают понемногу 16 ч. двууглекислого калия и продолжают кипятить еще целый час. При употреблении к этому раствору примешивают упомянутый раствор Реньо в таком количестве, чтобы на 1 ч. платины приходилось $1/2$ ч. золота.
2) 1 ч. хлорной платины[2] и 8 ч. поваренной соли растворяют в 100 ч. воды.

---

[1] Становится видимым не тотчас, а некоторое время спустя — под влиянием света.

[2] Приготовляется, как и хлорное золото, растворением платины в царской водке и затем выпариванием раствора досуха.

При платинировании во втором растворе латунных, бронзовых, мельхиоровых и никелевых вещей в него прибавляют раствор соды до тех пор, пока погруженная в него красная лакмусовая бумага не станет слегка синеть.

После платинирования вещи промываются, высушиваются и полируются замшей с мелом.

Возможное влияние на процесс покрытия

Если к медной, латунной или мельхиоровой вещи, погруженной в раствор для серебрения, золочения или платинирования, прикасаться палочкой или пластинкой из цинка, то в жидкости между обоими соприкасающимися металлами образуется электрический ток[1], ускоряющий выделение из раствора серебра, золота или платины и способствующий осаждению этих металлов на вещи более толстым слоем. Если погруженная вещь цинковая или оловянная, то такое же влияние оказывает прикосновение к ней медной палочкой или пластинкой.

Здесь происходит тот же электрохимический процесс, что и при гальваническом покрытии металлов (см. ниже), но, конечно, в значительно более слабой степени. Во всяком случае при помощи прикосновения никогда не удается покрыть таким толстым и прочным слоем, как при помощи гальванической батареи. Вообще же этот способ пригоден более для мелких, чем для крупных вещей, что совершенно понятно.

Чтобы металл из раствора не осаждался на прикасающейся палочке или пластинке, ее покрывают хорошим лаком всю, за исключением кончика, которым прикасаются к погруженной вещи и который поэтому должен оставаться металлическим.

С большою пользой можно употреблять прикосновение для восстановления местами сошедшего покрытия, полученного при помощи плакирования. Например, для исправления этим способом испорченных вещей из накладного серебра поступают т аким образом: к раствору азотнокислого серебра (ляписа) прибавляют раствор синеродистого калия до тех пор, пока не растворится вполне первоначально образующийся осадок; при помощи кисточки покрывают испорченное место этой жидкостью, посыпают сверху очень мелкими, свежеприготовленными цинковыми опилками, которые затем втирают щеточками. Для получения более толстого слоя, операцию повторяют несколько раз.

---

[1] Как в вольтовом столбе.

Покрытие погружением в растворы различных металлов

Всем известны вещи, одни частикоторых имеют вид серебра, а другие — золота. Если вещи серебряные, то для придания им указанного вида стоит только перед погружением их в раствор для золочения, покрыть непроницаемым лаком[1] те части, которые должны остаться серебряными; после позолоты лак стирают.

Медные, латунные и т.п. вещи сначала серебрят или, еще лучше, покрывают платиной погружением их в соответствующий раствор, потом покрывают известные места лаком, погружают в раствор золота и далее поступают, как сказано выше.

Плакирование

Плакирование, т.е. покрытие меди, латуни и других металлов тонкими листиками золота, серебра или платины, в общих чертах описано выше. Покрываются обыкновенно медные, латунные или мельхиоровые листы известной толщины или проволочные цилиндры из тех же металлов; первые — при помощи ковки и повторного пропускания в накаленном состояния между вальцами, а вторые — путем пропускания сквозь отверстия нужного размера. При этом достигается плотное приставание покрывающего металла к покрываемому и надлежащее утончение (сжатие) всей массы.

Различной формы вещи приготовляются уже из готовых листов накладного серебра, золота или платины, например ложки, вилки и пр. — из листов накладного серебра, химическая посуда — из накладной платины.

Получаемое покрытие тем прочнее, чем толще листики покрывающего металла. В высших сортах накладного серебра вес чистого серебра относится к весу меди как 1 к 10, в средних как 1 к 2 и в низших как 1 к 20. Толщина листиков золота, употребляемых для плакирования меди или серебра колеблется между $^1/_{140}$ и $^1/_{250}$ миллиметра. Несмотря, однако, на прочность покрытия, плакирование в настоящее время употребляется все реже и реже, его заменяет постепенно более легкий и, при надлежащей толщине покрывающего слоя, не менее прочный способ гальванического покрытия (см. ниже).

[1] Например, спиртовым лаком из гуммилака (см. статью "*Лаки*" в "Иллюстр. словаре практических сведений" д-ра Л. Симонова).

Покрытие через огонь

Золочение и серебрение через огонь принадлежат также к одним из наиболее прочных способов покрытия металлов золотом или серебром. Но так как при этом приходится постоянно иметь дело с ртутью, действующей весьма вредно на здоровье, то в настоящее время оно употребляется гораздо реже, чем прежде, тем более, что не менее хороших результатов можно достигнуть гальваническим способом.

Любителям можно, во всяком случае, советовать не употреблять этого способа.

Золочение

Из 8 ч. ртути и 1 ч. золота приготовляют амальгаму: кладут в тигель[1] мелко нарезанное золото, накаливают до темно-красного каления и приливают понемногу, постоянно мешая железным крючком, нагретую (до 300°С) в железном ковше ртуть; держат на огне и мешают до тех пор, пока золото не амальгамируется со ртутью вполне[2]. Амальгаму промывают, просушивают и отжимают из нее излишек ртути через замшу.

Вещь для золочения предварительно прокаливают в особой печи, затем очищают операциями, описанными выше, и, наконец, посредством щетки из тонкой латунной проволоки натирают амальгамой до тех пор, пока вещь не будет покрыта везде достаточным слоем.

Чтобы амальгама приставала лучше, перед натиранием поверхность вещи покрывают (при помощи той же щетки) раствором азотнокислой ртути.

Покрытую амальгамой вещь обмывают, сушат и затем держат (поворачивая) перед раскаленными древесными углями, пока вся ртуть не испарится, остается одно золото[3].

Заканчивают промыванием в чистой воде и затем натиранием вещи (той же щеткой) водой, подкисленной уксусом.

---

[1] Чтобы амальгама не приставала к тиглю, его предварительно хорошенько натирают внутри мелом.

[2] При употреблении чистого золотого порошка, приготовление которого описано выше, поступают так: нагревают ртуть в железном тигле до 150°С и, постоянно мешая железной лопаточкой, всыпают понемногу порошок золота. Амальгама образуется очень быстро.

[3] Обыкновенно, впрочем, с небольшой примесью ртути.

Как приготовление амальгамы, так и нагревание покрытой амальгамой вещи должно быть производимо в печах с сильной тягой: для немедленного удаления вредных ртутных паров.

Серебрение

Покрытие серебром через огонь почти не употребляется на том основании, что оно далеко не так прочно, как золочение, и по качеству уступает серебрению гальваническим путем. Операции те же, что и при золочении.

ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ПОКРЫТИЕ ОДНИХ МЕТАЛЛОВ ДРУГИМИ

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ПОН ТИ

Гальваническое покрытие или покрытие одних металлов другими при помощи электричества в настоящее время все более и более заменяет все другие способы, так как обеспечивает несомненные преимущества: простоту всех операций, доступных для всякого желающего, прочность получаемых покрытий, и, главное, возможность точно регулировать толщину слоя покрывающего металла. При одинаковых других условиях толщина зта зависит единственно от времени действия электричества: чем продолжительнее действие последнего, тем толще слой, и наоборот. Таким образом можно, по желанию, или ограничить толщину слоя едва заметным, недоступным измерению, налетом, или же довести ее до $^1/_4$—$^1/_2$—1 дюйма и более. При этом во всякий момент операции может быть вполне точно определено количество потребленного на покрытие металла.

Покрывать некоторыми металлами, а именно никелем и кобальтом, до сих пор и удавалось только при помощи электричества; важное же практическое значение названных металлов, в особенности никеля, в настоящее время известно всем.

Электрическое покрытие производится также погружением покрываемого металла в раствор соли покрывающего металла; но разложение и отложение покрывающего металла на покрываемый обусловливается здесь главным образом, не химическим влиянием последнего на соль первого, а действием электрического тока.

Покрытие при помощи прикосновения к погруженному в раствор покрываемому металлу каким-либо другим металлом является переходом от покрытия простым погружением в растворы солей покрывающего металла к гальваническому покрытию, так как прикосновением вызывается именно гальванический ток, хотя и в очень слабой степени.

АППАРАТЫ

Аппараты для электрического покрытия одних металлов другими те же, что употребляются вообще при гальванопластике.

Прежде всего, всякий аппарат состоит из сосуда или *ванны*, которая наполняется раствором соли покрывающего металла и в которую погружается покрываемый металл, и из приспособления для образования электрического тока.

Ванна может быть стеклянная, фарфоровая, глазированная внутри каменная или эмалированная внутри чугунная, а также деревянная, покрытая внутри составом, непроницаемым для воды и устойчивым в химическом отношении, например лаком, приготовленным из равных частей гуттаперчи и канифоли. Во всяком случае, ванна должна и противостоять химическому влиянию налитого в нее раствора, и сама не действовать на этот раствор. В то же время стенки ее или, по крайней мере, внутренняя поверхность их должна быть плохим проводником для электричества. Ванна должна быть соразмерна с объемом покрываемых предметов: очень большая ванна при малых предметах замедляет процесс и ухудшает результаты.

Приспособление для образования электричества может быть или внутри самой ванны, или же состоять из отдельных электровозбудительных приборов, провода от полюсов которых сообщаются, с одной стороны, с раствором, наполняющим ванну, а с другой — с предметом, погруженным в нее для покрытия. Чаще всего с этой целью употребляются гальванические элементы.

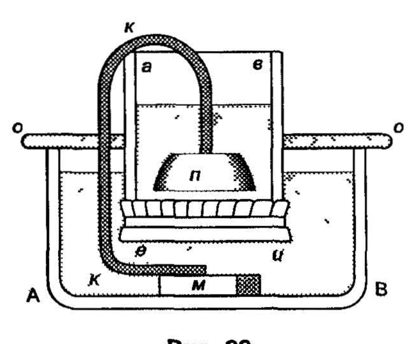


Рис. 23

Один из самых простых аппаратов придуман изобретателем гальванопластики, русским академиком Якоби. Он изображен на рис. 23. В стеклянный сосуд *А В* опущен стеклянный же цилиндр *а в*, поддерживаемый подпорками *о* о. Нижнее отверстие цилиндра *а в* затянуто свиным или бычьим пузырем *е и* и отстоит от дна сосуда *А В* дюйма на 2 (около 5 см). Если имеется в виду покрытие медью, то сосуд *А В* наполняется до высоты, показанной на рисунке, насыщенным раствором медного купороса, а цилиндр *а в* — разведенной серной кислотой. При помощи изогнутой цинковой палочки или полоски *к к* в цилиндр а в вешается кусок цинка *п* на таком расстоянии от пузыря *е и*, чтобы он не касался последнего. Та же цинковая полоска к к загибается вниз в сосуд *А В* и прикасается здесь другим концом к металлической вещи *М*, которую нужно покрыть медью. Таким

образом, кусок цинка *п*, погруженный в разведенную серную кислоту, соединен металлически, посредством цинковои полоски *к к*, с вещью *М* из другого металла, находящейся в растворе медного купороса, вследствие этого между куском цинка *п* и вещью *М* устанавливается гальванический ток, разлагаюший медный купорос и выделяющий из него медь, которая отлагается у отрицательного полюса, т.е. на вещь *М*. Чтобы медь не отлагалась также и на той части цинковой полоски *к к*, которая находится в растворе медного купороса, ее покрывают слоем воска или лака, за исключением, конечно, самого конца, соприкасающегося с вещью *М*.

На рис. 24 представлен другой, еще более удобный аппарат· *А* — стеклянный или фарфоровый сосуд; *В* — цилиндрический сосуд из пористой глины[1]. К краю сосуда *А* прикреплено медное кольцо *Е Е*, диаметр которого несколько меньше диаметра сосуда *А*. Для покрытия медью в сосуд *А* наливается раствор медного купороса, а в сосуд *В* — разведенная серная кислота, в которую погружен амальгамированный брусочек цинка *П*. Посредством медной полоски к цинковый брусочек *П* соединяется металлически с медным кольцом *Е Е;* на медные же штифтики последнего *в, в, в, в* вешаются привязанные на проволоке вещи *М, М,* которые желают покрыть медью. И здесь проволока, на которой висят вещи, должна быть изолирована воском или лаком точно так же, как в предыдущем случае цинковая полоска. Аппарат этот очень пригоден для гальванического покрытия мелких вещей.

Вообще же гальваническое покрытие гораздо удобнее и вернее производить при помощи гальванических элементов, в особенности если покрываемые вещи сколько-нибудь значительных размеров.

Чаще всего для этой цели употребляются элементы Даниеля (рис. 25), Мейдингера (рис. 26), Бунзена (рис. 27), Грове (рис. 28), Сми и вообще, по возможности, элементы с постоянным током. Смотря по силе элементов и силе требуемого тока довольствуются или одним элементом, или же батареей из 2—6 и более элементов.

Элемент Даниеля (см. рис. 25) состоит из большого стеклянного стакана *а*, в который вставлены: открытый с обоих концов цилиндр *в* из тонкой красной листовой меди и стакан из пористой глины с с находящимся внутри его цинковым цилиндром и, также открытым с обоих концов. Стеклянный стакан *а* наполняется насыщенным раствором медного купороса, а в глиняный стакан с наливается разведенная во-

[1] Такие употребляются в гальванических элементах

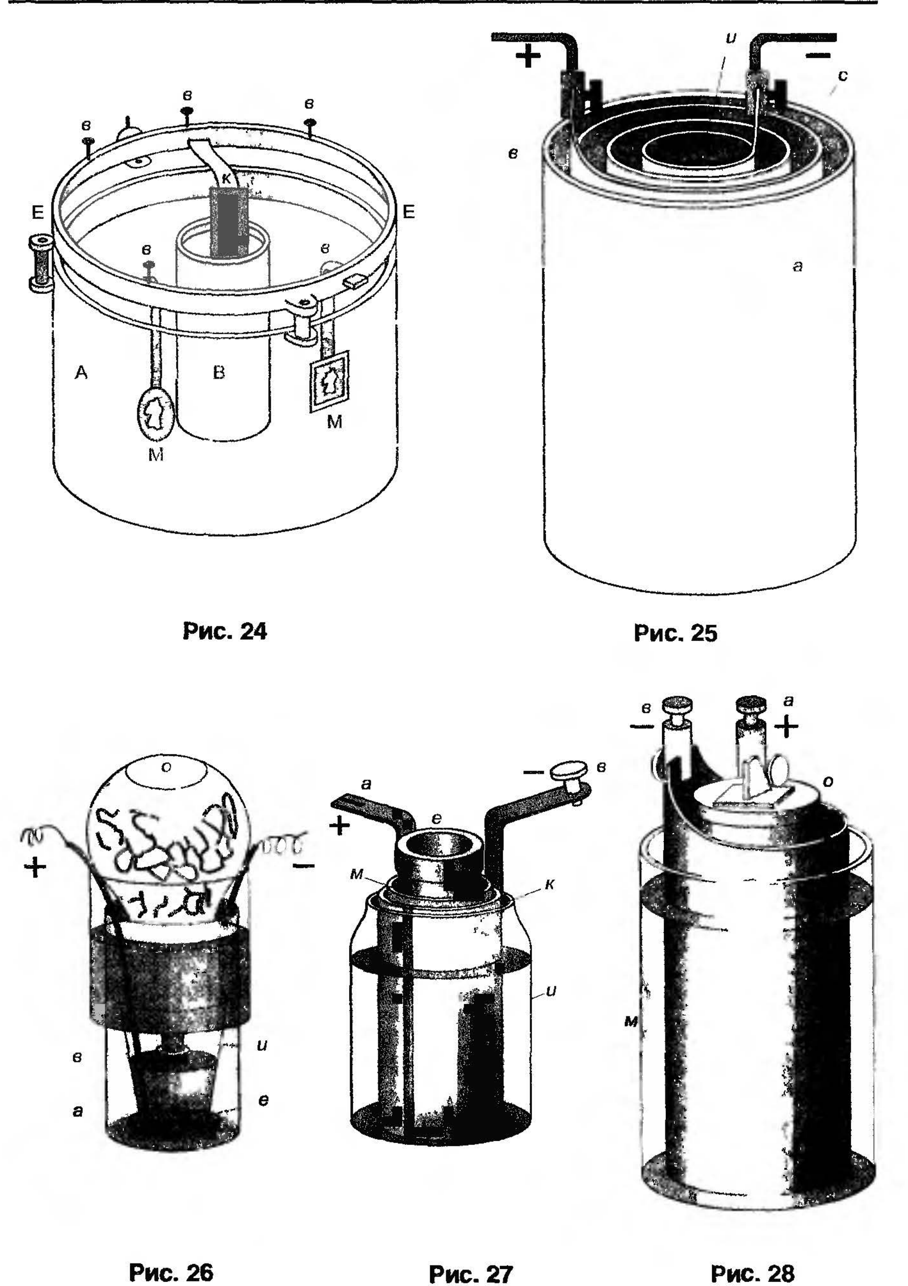


Рис. 24

Рис. 25

Рис. 26

Рис. 27

Рис. 28

дой серная кислота (1 ч серной кислоты на 15 ч воды)[1] Медный *в* и цинковый *и* цилиндры посредством кламеров (зажимов) соединяются с внешними проводами, концы которых видны на рисунке. Медь соответствует положительному полюсу, означаемому знаком +, а цинк — отрицательному полюсу, условный знак которого есть — [2]. Элемент Даниеля может работать без возобновления жидкостей не только несколько дней, но даже несколько недель и месяцев. Но так как раствор медного купороса от действия тока быстро слабеет, то на дно стакана а необходимо класть куски медного купороса и подбавлять их по мере растворения (за этим нужно следить: иначе сила элемента скоро уменьшается). Цинковый цилиндр и должен быть непременно тщательно амальгамирован ртутью, потому что сам по себе цинк быстро разрушается окружающей его кислотой; по временам эту амальгаму следует возобновлять, для чего цинковый цилиндр погружается в разведенную серную кислоту и еще влажным натирается ртутью при помощи щеточки, например зубной.

Элемент Мейдингера (см. рис. 26) по действию своему сходен с элементом Даниеля. Он состоит из большого стеклянного стакана *а*, разделенного перехватом на нижнюю, более узкую, и верхнюю, более широкую, части. В нижнюю часть вставлен стеклянный же стакан *в*, в котором помещается или небольшой цилиндр из красной листовой меди (открытый с обоих концов), или же, как на рис. 25, завиток красной медной проволоки, один из концов которой продолжается вверх и образует положительный полюс элемента. В более широкую верхнюю вставлен и держится на перехвате открытый с обоих концов цинковый (также амальгамированный) цилиндр *и*, к которому припаяна медная проволока или пластинка, образующая отрицательный полюс элемента. Стакан *а* наполняется до половины высоты цинкового цилиндра слабым раствором английской соли (сернокислой магнезии), и затем в него вставляется, как показано на рисунке (дном вверх), графинообразный стеклянный сосуд *о*, наполненный кристаллами медного купороса и закрытый внизу пробкой, сквозь которую проведена стеклянная трубочка, соединяющая внутренность этого сосуда с содержимым стаканов *а* и *в*: соленый раствор из стаканов *а* и *в* через стеклянную трубочку проникает в сосуд *о*, вследствие че-

[1] Вместо серной кислоты можно употреблять раствор морской соли, но действие элемента при такой замене слабее

[2] Полюсы гальванических элементов известны также под названием *электродов*, из них положительный (+) носит техническое название *анода*, а отрицательный (–) — *катода* Для краткости нами будут употребляться именно последние два названия

го в последнем постоянно образуется очень насыщенный раствор медного купороса, стекающий отсюда в стакан *в*.

Элемент Бунзена (см. рис. 27) включает: *и* — большой стеклянный стакан; *k* — открытый с обоих концов цинковый цилиндр (амальгамированный) с припаенной к нему медной пластинкой, образующей отрицательный полюс элемента; *м* — стакан из пористой глины, внутрь которого вставлен брусок угля, верхняя выступающая часть бруска снабжена медной оправой *е*, переходящей в медную же пластинку *а* — положительный полюс элемента. Стакан *и* наполняется разведенной серной кислотой, (1 ч., по объему, кислоты на 10 ч. воды), а в стакан *м* наливается обыкновенная азотная кислота (неразведенная).

Элемент Грове (см. рис. 28) отличается от элемента Бунзена только тем, что в нем угольный брусок заменен листиком платины, изогнутым по продольной оси в форме буквы S. Наполняющие его жидкости те же, что и в элементе Бунзена. Обозначения на рис. 28 соответствуют обозначениям на рис. 27.

Элементы Грове и Бунзена гораздо сильнее элементов Даниеля и Мейдингера. Но элементы Грове употребляются редко, как по причине их дороговизны, так и потому, что платиновые листики быстро портятся (становятся хрупкими и ломкими). Элементы Бунзена, напротив того, очень употребительны в гальванопластике, где их предпочитают элементам Даниеля именно за их почти вдвое большую электродвижущую силу[1]. Но рекомендовать эти элементы любителям нельзя, главным образом по причине постоянного испарения ими вредных для дыхания паров азотистой кислоты; притом же обращение с ними гораздо затруднительнее, чем с элементами Даниеля или Мейдингера: требуется частая замена азотной кислоты, становящейся негодной после нескольких часов действия, частая чистка медных деталей элемента, быстро окисляющихся под влиянием кислых паров, и пр. Для любителей, по нашему мнению, удобнее всего элементы Даниеля. Если не имеется в виду покрытие крупных вещей или сразу большого количества вещей, то может быть достаточно 4—6 элементов; для крупных вещей, например чайников, кофейников и т.п., и для покрытия сразу многих вещей, число элементов необходимо увеличить до 10 и даже 20. Выбирать элементы лучше не малых, а средних размеров: около 20 сантиметров (8 дюймов) высотой.

---

[1] При высоте элементов в 20 сантиметров (около 8 дюймов) электродвижущая сила одного элемента Бунзена равняется приблизительно 1,8 Вольта, а одного элемента Даниеля около 1,07 Вольта (см. *"Способы домашнего освещения"* д-ра Л. Симонова), с. 75-76.

При употреблении нескольких элементов последние, как известно, соединяются между собой в *батарею* таким образом: цинк (отрицательный полюс) первого элемента посредством медной пластинки (или проволоки) и медного же кламера (зажима) соединяется металлически с медью (положительным полюсом) соседнего элемента; цинк второго элемента точно таким же образом соединяется с медью третьего и т.д. до последнего элемента, входящего в состав батареи; у первого элемента остается свободным положительный полюс (медь), а у последнего отрицательный полюс (цинк); оба эти полюса (как и при одном элементе) соединяются металлически же (кламерами) с проволочными проводниками, погружаемыми в ванну для гальванизации. При таком соединении элементов в батарею электродвижущая сила увеличивается пропорционально числу элементов: при двух элементах вдвое, при трех — втрое и т.д.

Отложение в ванне для гальванизации покрывающего металла на покрываемом происходит всегда у *катода*, т.е. у отрицательного полюса, соответствующего цинку гальванического элемента. Для правильности операции покрытия необходимо, чтобы поверхность цинка была *не меньше* той поверхности вещи или вещей, которые нужно покрыть. На этом основании и не следует, как сказано, выбирать элементы малых размером. Хотя соединение элементов указанным образом в батарею увеличивает пропорционально электродвижущую силу, (напряжение), но *количество* силы, вырабатываемой в данный промежуток времени, остается тем же, что и при одном элементе; поэтому в расчет для сравнения с поверхностью покрываемых вещей должен быть принят *цинк только одного элемента*, так что для крупной вещи поверхность цинка может оказаться недостаточной и при батарее в 20 или более элементов. В таких случаях нужно или брать элементы больших размеров, так как электродвижущая сила увеличивается пропорционально размерам элементов, или же *соединять в один элемент* два или более элементов данного размера, смотря по надобности. Известно, что если два, три или более элементов соединить между собой не разноименными (как было указано выше), а одноименными полюсами, т.е. цинк с цинком, а медь с медью, элементы действуют не как батарея, а *как один элемент соответственно больших размеров* (вдвое больших при соединении двух, втрое больших при соединении трех и т.д.). При подобном соединении нескольких элементов в один в расчет для сравнения с поверхностью покрываемых вещей принимается уже совокупность поверхности цинка всех соединенных между собой элементов. Но, с другой сторо-

ны, электродвижущая сила такого сложного элемента не увеличивается пропорционально числу входящих в состав его простых элементов, а остается равной *силе одного простого элемента*. Если при этом нужно и увеличение электродвижущей силы, то такие сложные элементы соединяют в батарею из двух, трех и более сложных элементов; соединение это производится точно так же, как и простых элементов, т.е. цинк одного сложного элемента металлически соединяется с медью другого сложного элемента и т.д.

Возможность и влияние всех этих комбинаций необходимо помнить, чтобы при случае уметь ими воспользоваться.

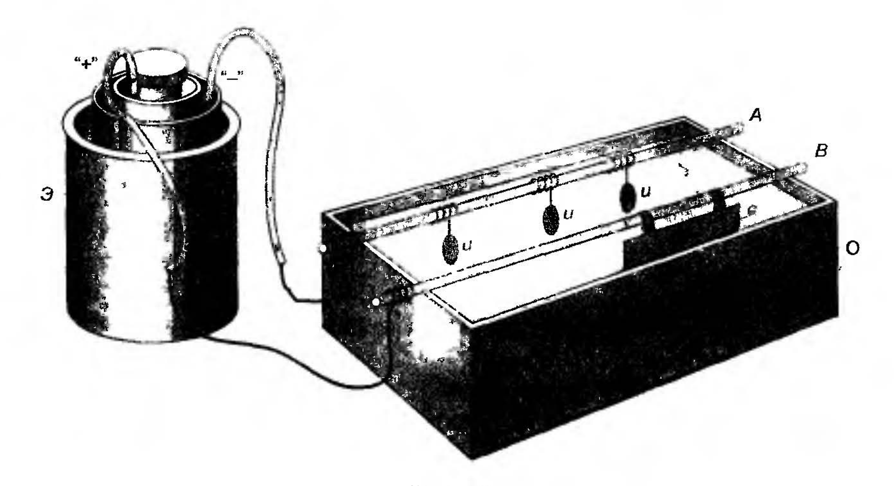


Рис. 29

На рис. 29 показано наиболее простое приспособление гальванических элементов к ванне для гальванизации. Здесь: *Э* — элемент Даниеля (или батарея из нескольких элементов); *О* — стеклянная (или из другого материала — см. выше) ванна, наполненная раствором соли покрывающего металла, например раствором медного купороса для покрытия медью, синеродистого золота для покрытия золотом и т.п.: *А* — медная палочка, на которой при помощи проволоки привязаны вещи для покрытия *и. и, и*; *В* — такая же медная палочка, на которой привешивается пластинка *С* покрывающего металла (листок меди при покрытии медью, листок золота при золочении и пр.). Палочка *А* посредством проволоки металлически соединяется с отрицательным полюсом, а палочка *В* — с положительным полюсом элемента *Э*.

Для предметов больших размеров или более тяжелых удобнее ванна, изображенная на рис. 30. Здесь: *А А* — стеклянный сосуд; *В* — стеклянная или деревянная, покрытая лаком (из гуттаперчи и канифоли), доска; *а в е и* — дырчатый столик (стеклянный, фарфоровый и т.п.). В сосуд *А А* наливается раствор соли покрывающего металла. На столик *а в е и* кладется завернутая в полотно дощечка м из покрывающего металла; на доску *В* помещается вещь *п*, которую нужно покрыть Дощечка *м* посредством медной проволоки (или полоски) *к к к* соединяется с отрицательным полюсом, т.е. с медью (к) элемента *О*, а вещь *п* посредством медной же проволоки (или полоски) *i i* — с отрицательным полюсом, т.е. цинком (*i*) элемента *О*.

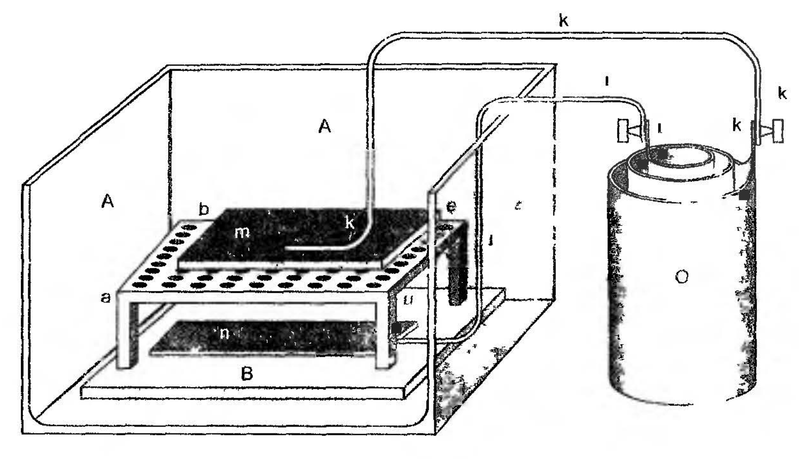


Рис. 30

На фабриках, где операции производятся в большом размере, употребление гальванических элементов было бы убыточно, а потому здесь они заменяются магнитоэлектрическими или, преимущественно, динамоэлектрическими машинами (Грамма, Симменса и Гальске и др).

Общие правила

1) Предметы для покрытия должны быть надлежащим образом очищены и промыты.

Перед самым погружением в раствор ванны вещи нужно подержать несколько секунд в чистой воде, по временам сотрясая их и постукивая по ним пальцами или палочкой, чтобы удалить приставшие к поверхности пузырьки воздуха, а через короткое время после

погружения в раствор ванны снова вынуть и тщательно осмотреть их — с целью убедиться в отсутствии указанных пузырьков, которые сильно мешают равномерному осаждению на предметах покрывающего металла. Предосторожности эти в особенности нужно соблюдать, если вещи не гладкие, а со многими углублениями на поверхности, в которых легко задерживается воздух.

2) Растворы должны быть приготовлены из химически чистых материалов; вода для растворов — или дистиллированная, или, по крайней мере, чистая дождевая, что в особенности необходимо для растворов солей благородных металлов — золота, серебра и платины. Само приготовление растворов как можно более тщательное: составные части их аккуратно взвешены или измерены согласно показанным ниже рецептам. Перед погружением в них вещей реакция растворов должна быть испробована при помощи лакмусовой бумаги.

3) Вещь, которую нужно покрыть, погружается в ванну с раствором соли покрывающего металла и соединяется металлически с *катодом*, проволока же от *анода*, точно так же соединяется металлически с погруженной в раствор ванны пластинкой того металла, которым желают покрыть и соль которого находится в растворе, например при золочении — с пластинкой золота, при покрытии медью — с пластинкой меди и т.п.[1] (см. рис. 29 и 30). Погружение в раствор соли покрывающего металла пластинки этого же металла необходимо для поддержания равномерности раствора: по мере того, как из раствора соли у отрицательного полюса осаждается на вещи заключающийся в соли металл, пластинка того же металла, висящая на положительном полюсе постепенно переходит в раствор, так что взвешиванием этой пластинки можно во всякий момент операции определить, сколько издержано данного металла на покрытие вещи и на этом основании судить о толщине покрывающего слоя.

4) Соединение вещи и пластинки с проволоками элементов или с проволоками, на которых они висят в растворе, должно быть возможно более плотное и чисто металлическое. Плотное соединение достигается, смотря по обстоятельствам, или при помощи медных кламеров (так прикреплены концы проволоки *i i* и *k k* к полюсам гальванического элемента на рис. 30), или тугим обвиванием конца про-

[1] В состав большей части гальванических элементов (Даниеля, Бунзена, Грове, Мейдингера и др.) входит цинк, представляющий собой всегда катод, или отрицательный полюс. Другой металл или уголь элемента (медь в элементе Даниеля, платина в элементе Грове, уголь в элементе Бунзена и пр.) служит анодом, или положительным полюсом.

волок вокруг какой-либо части вещи или металлической палочки, на которой привешиваются вещи (см. рис. 29); в некоторых случаях вернее всего припаять конец проволоки к вещи или пластинке (на рис. 29 верхние концы проволок, на которых висят вещи *и и и*, обвиты вокруг медной палочки *A*, а нижние концы припаяны к вещам; точно так же припаяны к пластинке *C* крючки, на которых она привешена на палочку *B*). Иногда может быть достаточно давления, обусловливаемого тяжестью вещи или пластинки (таким именно давлением поддерживается на рис. 29 соприкосновение крючков пластинки *C* с палочкой *B*). Выбор того или другого способа скрепления зависит от обстоятельств данного случая. Для чисто металлического соприкосновения необходимо, чтобы и конец проволоки, и то место вещи или пластинки, к которому прикрепляется проволока, были вполне свободны от окислов, грязи и пр. (хорошо очищены).

5) Проволоки, на которых вещи и металлические пластинки погружены в растворы, должны быть в той своей части, которая находится в растворе, покрыты каким-либо изолирующим веществом, например лаком или воском[1]. Этим предупреждается, с одной стороны, напрасное осаждение покрывающего металла на проволоке, соединенной с вещью, а с другой — вредный переход составных частей проволоки в раствор соли покрывающего металла, например меди в раствор золота при золочении[2].

6) Погружать вещь в раствор ванны лучше всего уже после того, как электрическая цепь замкнута, т.е. обе проволоки от полюсом гальванического элемента надлежащим образом соединены с вещью и металлической пластинкой (или металлическими палочками, на которых висят вещи и пластинка — см. рис. 29), так как в противном случае разложение раствора под влиянием металла вещи может начаться ранее возникновения электрического тока, вследствие чего осаждение покрывающего металла может быть неравномерным.

7) Если в раствор погружается разом несколько вещей, то они должны висеть, по возможности, на одинаковых расстояниях друг от друга и от прикрепленных к аноду металлических пластинок, ни в ка-

[1] Лак из гуттаперчи и канифоли или спиртовой лак из гуммилака. Для покрытия воском подогретая проволока погружается в расплавленный воск. Самый конец проволоки, соприкасающийся с вещью или пластинкой, конечно, не покрывается ни лаком, ни воском: иначе не было бы металлического соединения.

[2] Иначе на вещи вместе с золотом будет осаждаться и медь, что, понятно, вредит чистоте позолоты.

ком случае не прикасаясь друг к другу (см. рис. 24 и 29). Металлические пластинки, прикрепленные к аноду, могут находиться от вещей на расстоянии 1—1½—2—5—10—15—20 сантиметров (4—6—8 линий, 2—4—6—8 дюймов), смотря по силе тока и проводимости раствора; среднее расстояние 5—10—15 см (2—4—6 дюймов).

8) Легче всего металл отлагается на вещи, расположенной в растворе горизонтально; но так как при этом положении на вещи также легко осаждаются и находящиеся в растворе посторонние примеси (пыль, кристаллы соли и т.п.), то обыкновенно вещи вешаются в раствор вертикально.

9) Равномерность распределения тока и покрытия вещи металлом в значительной степени зависит от относительного расположения в растворе связанной с катодом вещи и прикрепленной к аноду металлической пластинки. Последняя должна быть расположена параллельно с покрываемой частью вещи, на расстоянии от нее, указанном в п. 7. Когда вещь должна быть покрыта со всех сторон, то различные ее поверхности следует попеременного поворачивать к пластинке, а еще лучше расположить пластинки от анода по обеим сторонам вещи; если же вещь круглая, то даже окружить ее пластинками от анода, погрузив, например, посередине соединенного с анодом металлического кольца, на котором висят пластинки. Если у катода повешено много вещей, как например на рис. 29, то у анода на каждые 5—10 см (2—4 дюйма) расстояния должно быть приблизительно по одной пластинке. При существовании на поверхности вещи больших углублений к последним полезно по временам приближать кусочек проволоки из покрывающего металла, соединенной с анодом, т.е. употреблять подвижный *ручной анод*.

10) Поверхность металлической пластинки (или металлических пластинок), висящей на аноде, должна быть, по площади приблизительно одинакова с покрываемой поверхностью (вещи или вещей), а иногда даже значительно больше.

11) Сколько-нибудь значительного размера вещь необходимо по временам переворачивать, вешая ее на катод попеременно то одним концом, то другим, потому что иначе вещь покроется металлом неравномерно. Если же требуется отложение на вещи толстого или, как например при золочении или серебрении, очень гладкого (очень тонкозернистого) слоя покрывающего металла, то вещь, кроме того, следует по временам растирать щеткой из медной или стальной проволоки, смотря по твердости металла вещи (см. ниже — раздел "*Покрытие серебром*").

12) Сила электрического тока должна быть достаточна, но не слишком значительна. О надлежащей силе тока можно судить по равномерному ходу покрытия вещи металлом. Если ток слаб, то вещь покрывается плохо; при слишком сильном токе в растворе образуется порошкообразный осадок, а слой металла, покрывающий вещь, имеет не гладкую, а бугристую или грубозернистую поверхность. Значительного образования газов не должно быть, но легкое равномерное выделение пузырьков газа у катода может служить хорошим признаком. Обыкновенно в начале операции следует действовать более слабым током и усиливать последний только тогда, когда вещь уже покрылась первым легким слоем металла. Усиление тока производится или прибавлением числа гальванических элементов, или подогреванием ванны с раствором (см. п. 13), или приближением пластинки покрывающего металла к покрываемой вещи (см. п. 7), или, наконец, увеличением проводимости раствора, например подкислением раствора медного купороса при гальваническом покрытии медью (см. ниже).

13) Нагревание раствора ванны усиливает действие тока, обыкновенно тем более, чем выше температура. Большей частью достаточно комнатной температуры, т.е. 15—20°С (12—16°Р), но в некоторых случаях, например при покрытии золотом или платиной, приходится нагревать раствор значительно. Ванны для этого, конечно, должны быть огнеупорные: фарфоровые, глазированные внутри каменные, эмалированные железные или чугунные и т.п. Нагревание лучше всего производить в песчаных или водяных банях, а где возможно — паром.

14) Определить количество употребленного на покрытие металла нетрудно: стоит только сравнить вес вещи до и после ее покрытия; о том же можно также судить по уменьшению веса металлической пластинки, прикрепленной у анода (см. п. 3).

15) Никогда не следует в один и тот же раствор погружать для покрытия вещи из различных металлов, например железные рядом с медными. Каждый металл должен быть покрываем в отдельном, специально для него приготовленном растворе.

Вообще же *педантическая опрятность, аккуратность и постоянная внимательность со стороны работающего — самые необходимые условия для успеха*. Несоблюдение их является самой частой причиной неудач.

Покрывать гальванически можно золотом, серебром, платиной, медью, оловом, цинком, свинцом, железом, никелем, кобальтом и дру-

гими металлами, равно как и их сплавами. Но чаще всего в настоящее время покрывают никелем, с которого мы поэтому и начнем.

ПОКРЫТИЕ НИКЕЛЕМ

Никель — металл сравнительно дешевый и в то же время по красоте почти не уступающий серебру, столь же мало окисляющийся на воздухе, а по своей твердости значительно превосходящий серебро. Именно по причине этих качеств никель употребляется для покрытия не только мелких, но и очень крупных предметов; у нас, например, с успехом покрывают никелем самовары, а в Северной Америке все более и более распространяется покрытие никелем машин, даже очень больших размеров. Вообще никель очень пригоден во всех тех случаях, где кроме красоты требуется твердость и неокисляемость покрываемой поверхности. На этом основании его в последнее время, между прочим, стали употреблять для покрытия медных гравированных досок и гальванических медных клише: доски и клише сохраняются гораздо дольше и выдерживают несравненно большее количество оттисков.

Растворы для ванн могут быть приготовлены из сернокислого, азотнокислого, хлористого и синеродистого никеля, а также из двойных солей никеля с аммиаком. Но чаще всего употребляется сернокислый никель, главным образом потому, что соль эта прочнее (не расплывается на воздухе) и легче других получается в чистом виде. 50 грамм никелевой соли на 1 литр воды (около $14^1/_2$ золотников на 1 кружку воды) — приблизительно нормальная пропорция раствора, который никогда *не должен быть щелочным*, так как в щелочном растворе отлагающийся слой металла приобретает неприятный темный цвет. Из *слабокислого* раствора металл, напротив того, отлагается блестяще-белого цвета, чего именно и нужно добиваться. Поэтому раствор должен быть или нейтральный, или даже чуть-чуть кислый: красная лакмусовая бумага *не должна синеть* в растворе, а синяя лакмусовая бумага *должна слегка краснеть* в нем (слишком заметная кислая реакция также не годится).

Один и тот же раствор может служить для последовательного никелирования многих вещей, но необходимо по временам пробовать его реакцию при помощи лакмусовой бумаги: если она окажется слишком кислой, то подбавляют (каплями) до нейтрализации (или до слабокислой реакции — см. выше) крепкого нашатырного спирта или крепкого же раствора едкого натра; если же реакция становится ще-

лочной, то ее исправляют прибавлением (также каплями) концентрированного раствора лимонной кислоты (или химически чистой соляной кислоты).

Рецептов для приготовления никелевых растворов множество; далее приводятся только некоторые из тех, которые на практике давали хорошие результаты.

1) 50 грамм ($11^3/_4$ зол.) сернокислого никеля (никелевого купороса) и 50 г ($11^3/_4$ зол.) сернокислого аммония облить в фарфоровой или железной, внутри эмалированной, чашке 1 литром ($^4/_5$ кружки) дистиллированной воды и, постоянно мешая, кипятить, прибавляя постепенно *маленькие кусочки* углекислого аммиака до тех пор, пока раствор не сделается совершенно прозрачным. Затем прилить по каплям столько концентрированного раствора лимонной кислоты, сколько нужно, чтобы опущенная в жидкость красная лакмусовая бумага более *не синела*, а синяя *чуть-чуть краснела*. Если, от неосторожного добавления лимонной кислоты, реакция окажется слишком кислой (синяя бумага очень краснеет), то ее нейтрализуют до нужной степени новым прибавлением углекислого аммиака (или крепкого нашатырного спирта). По охлаждении раствор этот работает прекрасно и может служить довольно долго, необходимо только по временам испытывать его реакцию и, если нужно, исправлять.

2) 200 г (47 зол.) сернокислого никеля и 100 г ($23^1/_2$ зол.) хлористого аммония облить $2^1/_2$ л дистиллированной воды, прибавить 8—10 г (2—$2^1/_2$ зол.) лимонной кислоты и нагреть до кипения; затем развести еще $2^1/_2$ л дистиллированной воды. Испробовать реакцию лакмусовой бумагой и, если нужно, исправить ее (до степени, указанной при описании первого раствора) прибавлением (каплями) крепкого нашатырного спирта.

3) 50 г ($11^3/_4$ зол.) хлористого никеля вскипятить с 1 л дистиллированной воды, подкисленной 6 г ($1^2/_5$ зол.) лимонной кислоты; прибавить (понемногу) столько крепкого нашатырного спирта, сколько нужно, чтобы жидкость стала вполне прозрачной. Если после этого реакция окажется щелочной, то исправить ее лимонной кислотой, как при первом рецепте.

4) В 150 ч. дистиллированной воды растворить сначала 50 ч. кислого сернистокислого натра (natrum bisulfurosum), а потом 4 ч. азотнокислого никеля и 4 ч. крепкого нашатырного спирта. Кислого сернистокислого натра не бывает в продаже, на том основании, что

его трудно получить в твердом виде и невозможно сохранять на воздухе (быстро превращается в сернокислый натр). Поэтому приведенный раствор приготовляется таким образом: в 150 ч. дистиллированной воды растворяют 51 ч. химически чистой соды[1] и пропускают через раствор сернистый газ[2] до полного насыщения раствора последним, после чего вся сода превратится в кислый сернистокислый натр[3]. В приготовленном таким образом растворе кислого сернистокислого натра растворяют 4 ч. азотнокислого никеля и 4 ч. крепкого нашатырного спирта. Пробуют реакцию и если нужно, исправляют ее. Раствор этот дает очень хорошие результаты и весьма употребителен в Америке; но он обходится дороже растворов из сернокислого никеля (рецепты 1 и 2).

Сернокислый, азотнокислый и хлористый никель существуют в продаже, но, в случае надобности, их легко получить самому. Для этого металлический никель растворяют в химически чистой серной, азотной или соляной кислоте; раствор выпаривают до кристаллизации; кристаллы растворяют в дистиллированной воде и снова выпаривают до кристаллизации. Но как продажные, так и приготовленные дома никелевые соли большей частью содержат небольшую примесь посторонних металлов, чаще всего меди (неполной чистоты употребленного металлического никеля), от которых их следует освободить, если желают, чтобы осаждающийся при никелировании, слой был чисто белым. С этой целью данную соль никеля растворяют в воде, подкисляют раствор (если он и без того не кисел — попробовать лакмусовой бумагой) несколькими каплями серной кислоты и пропускают через раствор струю сероводородного газа[4],

---

[1] 51 ч. соды, соответствующая, по паевому весу, 50 ч. кислого сернистокислого натра, при комнатной температуре (15—18°С) не растворяется в 150 ч воды, но растворение это происходит потом под влиянием проходящего через раствор сернистого газа, постепенно превращающего соду в более растворимый сернистокислый натр.

[2] Для получения сернистого газа обливают в реторте серной кислотой медные опилки и нагревают реторту до кипения; выходящий при этом из реторты сернистый газ посредством стеклянной трубочки пропускают сначала через небольшое количество воды (для очищения газа от меди), а потом проводят в сосуд с раствором соды.

[3] Сначала, под влиянием сернистого газа, превращающего соду в сернистокислый натр, из раствора сильно выделяются пузырьки углекислого газа; потом, когда вся сода перешла в сернистокислый натр, выделение пузырьков прекращается (или значительно уменьшается); но затем, после насыщения раствора сернистым газом и превращения нейтрального сернистокислого натра в кислый, выделение пузырьков газа опять возобновляется с большой силой; на этот раз выделяющийся газ будет уже не углекислый, а сернистый, сообщающий раствору сильный запах сженой серы.

[4] Для этого в двугорлую склянку кладут сернистого железа. При помощи пробок в одно горлышко плотно вставляют стеклянную воронку почти до дна склянки, а в другое изогнутую нужным образом стеклянную трубочку (не опуская ее глубоко в склянку). Через воронку в склянку наливают серную кислоту, разведенную водой, а изогнутый конец стеклянной трубочки опускают в сосуд с раствором никелевой соли. Таким образом сереводород, отделяющийся из сернистого железа под влиянием серной кислоты, переходит из склянки через стеклянную трубочку в раствор никелевой соли. Прибор вообще тот же, что употребляется для получения водорода.

который осаждает из него медь и другие посторонние металлы в виде черного порошка. Когда выделение осадка прекратится и раствор станет заметно пахнуть сероводородом, его осторожно сливают с осадка в фарфоровую чашку, прибавляют в него металлического никеля (для нейтрализации кислоты), нагревают до кипения (для удаления остатков сероводорода) и выпаривают до кристаллизации. Очищенная таким образом соль совершенно свободна от посторонних примесей.

Употребляют для никелирования еще растворы двойной синеродистой соли никеля и калия; но так как соль эта очень ядовита и не представляет никаких особых преимуществ, то ее лучше избегать.

Сама операция никелирования производится на основании общих правил, изложенных выше. Катод гальванических элементов соединяется с вещью, которую желают покрыть никелем, а анод — с никелевой пластинкой[1]; вещь и пластинку погружают в раствор и оставляют в нем до надлежащего покрытия вещи никелем (пп. 3, 4 и 5 общих правил). Проволока, на которой никелевая пластинка вешается в раствор, должна быть также никелевая (а не медная и даже не платиновая), потому что малейшая примесь постороннего металла в отлагающийся слой заметно портит цвет последнего. Электрический ток для никелирования должен быть довольно силен: для предметов среднего размера обыкновенно достаточно 2—4 элементов Бунзена; для мелких вещей можно употреблять более слабые элементы — Даниеля или Мейдингера (п. 12 общих правил)[2]. Для медных вещей требуется менее сильный, а для железных или цинковых более сильный ток на том основании, что по своим электрическим свойствам никель стоит значительно ближе к меди, чем к железу и цинку.

Поверхность вещей, понятно, предварительно должна быть очищена (см. п. 1 общих правил); перед самым погружением в ванну их, как сказано, следует подержать несколько секунд в чистой воде. Некоторые практики поступают так: вполне очищенные и промытые вещи сначала опускают на короткое время в крепкий раствор синеродистого калия (1 ч. синеродистого калия на 6 ч. дистиллированной или дождевой воды), затем быстро прополаскивают в чистой воде и тотчас же погружают в ванну для никелирования. Раствор синеродистого калия,

---

[1] Так как чистый никель плавится очень трудно, а прибавление к нему незначительного количества (около $^{5}/_{1000}$ по весу) фосфора очень облегчает эту операцию, то продажные никелевые пластинки обыкновенно содержат небольшую примесь фосфора; но примесь эта не металлическая, а потому не оказывает вредного влияния на результаты никелирования.

[2] Любителям во всех случаях лучше употреблять элементы Даниеля, число которых, конечно, должно быть во столько раз больше, во сколько они слабее элементов Бунзена.

удаляя с поверхности покрываемого металла всякий налет, значительно способствует успеху никелирования; но без этой операции можно, во всяком случае, обойтись (синеродистый калий — сильный яд).

Покрывать никелем можно различные металлы; но железо, сталь и цинк покрываются им значительно труднее, чем медь, латунь и бронза, а потому железные, стальные или цинковые вещи всегда лучше предварительно покрыть легким слоем меди — или гальваническим путем (см. ниже), или одним из способов, описанных выше.

В последнее время никелем нередко покрывают медные гравированные доски и медные клише — с целью предохранения их от окисления и сообщения им большей твердости. Употребляемые для этого растворы те же, что указаны выше.

Покрывающий слой никеля может быть различной толщины; но если желают, чтобы слой этот был прочен и красивого белого цвета, то вещь оставляют в ванне до тех пор, пока поверхность ее не примет *голубовато-серого* оттенка.

По изъятии из ванны покрытые никелем вещи прежде всего обильно промывают в чистой воде комнатной температуры, потом в горячей воде; после этого просушивают их сначала между теплыми сухими опилками из мягкого несмолистого дерева, а затем в горячем воздухе, например в только что истопленной печи (свободной от горящих углей).

Чтобы сообщить никелевому слою бульшую гибкость и растяжимость и предупредить его отставание или образование в нем трещин (что иногда случается), советуют никелированные вещи, тотчас по их просушке, нагревать в оливковом или другом растительном масле до 250—270°С.

Высушенные вещи полируют порошком гашеной извести (лучше всего для этого подходит Венская известь) или мелом, промытым мягким мылом с водой (ни в извести, ни в меле не должно быть твердых частиц) и т.п. Очень мелкие вещи полируются растиранием их в мягких древесных опилках.

ПОКРЫТИЕ КОБАЛЬТОМ

Кобальт по своим свойствам очень похож на никель, но еще тверже последнего, а потому покрытие им было бы даже предпочтительнее; но чтобы произвести относительно этого окончательное суждение, нужно проведение гораздо большего числа опытов, чем

сделано до сих пор. Во всяком случае и операции покрытия, и употребляемые для этого соли такие же, как и при никелировании. На основании опыта пока можно рекомендовать два раствора:

1) 400 грамм (94 зол.) хлористого кобальта и 200 грамм (47 зол.) чистого нашатыря растворить в 1 литре ($^4/_5$ кружки) дистиллированной воды и $^1/_5$ литра крепкого нашатырного спирта. Дает очень ровный и блестящий слой кобальта при двух элементах Бунзена среднего размера.

2) В раствор азотнокислого кобальта в воде, прибавлять раствор синеродистого калия до тех пор, пока образующийся сначала осадок растворится снова. Однако, как и синеродистые растворы никеля, его лучше избегать.

Сернокислые, азотнокислые и хлористые соли кобальта приготовляются так же, как соответствеющая им соль никеля, и могут быть употреблены для приготовления растворов в тех же пропорциях.

ПОКРЫТИЕ МЕДЬЮ

Покрытие медью способами, описанными выше, не дает слоя достаточной толщины и вообще непрочно. Напротив того, гальваническое покрытие медью, при хорошем исполнении, может быть очень прочным и любой толщины.

Покрыть медью можно любой металл, но преимущественно покрываются ей железо, сталь, чугун, цинк и бронза.

Для приготовления растворов употребляется чаще всего медный купорос (сернокислая медь), реже азотнокислая и углекислая медь. Соли эти должны быть непременно химически чисты; иначе отлагающийся слой меди будет грязным. В продажном медном купоросе нередко встречаются примеси железного и цинкового купоросов; химически чистый медный купорос должен без остатка растворяться в нашатырном спирте.

Раствор медного купороса сам по себе представляет большое сопротивление электрическому току и потому требует более или менее сильных гальванических батарей. Для уменьшения этого сопротивления, раствор медного купороса подкисляют прибавлением 5—7-процентной крепкой серной или азотной кислоты, что, вместе с тем, способствует более ровному и прочному отложению меди.

Можно рекомендовать следующие растворы:

1) к 100 частям, по объему, насыщенного раствора медного купороса, приготовленного при комнатной температуре[1], прибавить 1 ч. серной кислоты. Когда, по истечении некоторого времени часть медного купороса осядет на дне в виде кристаллов, — прилить на 1000 ч. раствора около 1 ч., по объему, азотной кислоты (кристаллы должны раствориться);

2) 500 ч. медного купороса растворить в 2000 частях воды, содержащей около трети или даже половины, по объему, очень разведенной серной кислоты;

3) 37 ч. медного купороса облить 70 ч. кипящей воды; профильтровать раствор сквозь фланель и прибавить еще 30 ч. холодной воды.

4) 500 г (около $1^1/_4$ фунта) азотнокислой меди растворить в 1 литре ($^4/_5$ кружки) воды, подкисленной 16 г ($3^3/_4$ зол.) крепкой азотной кислоты. При температуре в 30—40°C и при батарее из нескольких элементов Бунзена раствор этот, несколько разбавленный водой, работает настолько быстро, что уже после 1 часа действия получается слой меди в 0,1 мм толщиной[2];

5) 140 г (33 зол.) медного купороса растворить в 840 г (2 фунта 5 зол.) воды; когда растворятся, прилить раствор 140—200 г (33—47 зол.) синеродистого калия в 1 кг ($2^2/_5$ фунте) воды. Сначала образуется осадок синеродистой меди, который, однако, при встряхивании постепенно растворяется. Раствор этот действует очень хорошо, но он ядовит и дорог;

6) В 10 л воды растворить 350 г (82 зол.) медного купороса, $1^1/_2$ кг ($3^2/_3$ фунта) кристаллической сегнетовой соли (двойной соли калия и натрия с винной кислотой) и 800 г ($187^1/_2$ зол.) едкого натра.

Для покрытия медью цинковых, оловянных, свинцовых, железных и стальных вещей обыкновенно употребляют раствор 5. Но так

---

[1] Насыщенным называется раствор, в котором растворено столько соли, сколько ее может раствориться при данной температуре; для приготовления его при комнатной температуре воду в течение нескольких часов (и даже суток) настаивают (по временам мешая) на избытке соли; затем раствор сливают или отфильтровывают от осадка.

[2] В растворе медного купороса за максимум отложения меди в течение 24 ч можно принять 1,5 г/см^2 на 1 см^2, но уже при такой быстроте отложения слой принимает темно-красный оттенок и становится зернистым. При отложении в течение 24 ч 1 г/см^2 слой вполне гладок, а толщина его равняется приблизительно 1,1 мм. Но при обыкновенных аппаратах в течение 24 ч редко отлагается более $^1/_2$ г/см^2, что соответствует толщине 0,6 мм В приведенном растворе азотнокислой меди при указанных выше условиях, в течение 24 ч может отложиться 2 г/см^2 и толщина слоя достигнуть $2^1/_5$,2 мм, причем слой сохраняет все свои свойства.

как он и ядовит, и дорог, то в нем можно только начать покрытие: продержать вещь всего 5...10 мин — до тех пор, пока не образуется очень тонкий налет меди; затем окончить покрытие, до получения нужной толщины слоя, уже в одном из растворов медного купороса (предварительно хорошенько промыв вещь). Если вообще нежелательно работать с ядовитым раствором 5, то и для названных металлов его можно заменить раствором 6.

Для других металлов, равно как и для отложения меди на вещах, покрытых графитом, например на матрицах клише, вполне годятся все приведенные растворы медного купороса и раствор азотнокислой меди; последний — особенно в тех случаях, когда имеется в виду спешная работа.

На французских фабриках для покрытия железных, стальных, чугунных и цинковых вещей употребляют растворы медного купороса, но вещи для этого предварительно покрывают легким слоем масляной краски и затем натирают графитом.

Аппараты для покрытия те же, что описаны выше, и образцы которых показаны на рис. 23—30. Вещь для покрытия соединяется с катодом, а на аноде привешивается медная пластинка нужного размера (см. пп. 3—10 общих правил). Из гальванических элементов чаще всего употребляются Бунзеновские — от 2 до 6 и более, смотря по требуемой силе тока (см. п. 12 общих правил); но любителям лучше употреблять элементы Даниеля.

Можно обойтись и без гальванической батареи. Раствор медной соли наливают в медный (нелуженый) котел и в него вставляют цилиндрический сосуд из пористой глины (такой, какой употребляется для элементов Даниеля, Бунзена и т.п.), внутри которого налита разведенная серная кислота и помещен выступающий из последней брусок цинка (амальгамированного). Вещи опускают в раствор медной соли в котле, а цинковый брусок соединяется металлически (цинковой же пластинкой) с краем медного котла; вследствие этого внутри котла образуется электрический ток, разлагающий медную соль раствора и производящий отложение меди на вещах. Для ускорения действия медный котел нагревается до 60—70°C.

Смотря по желаемой толщине слоя операция покрытия может продолжаться различное время. Если требуется только легкий налет меди (например, при предварительном покрытии медью железных или цинковых вещей для последующего их золочения, серебрения или никелирования), то может быть достаточно нескольких минут. Напро-

тив того, когда слой меди должен быть прочен и достаточно толст, операция покрытия продолжается от 3 до 12...24 ч и более. Для того чтобы слой меди при такой продолжительности операции отлагался на вещи ровно и приставал к ним крепко, их следует по временам вынимать из ванны и перетирать медной проволочной щеткой с тонким порошком винного камня, каждый раз тщательно смывая последний перед тем, как снова опустить вещи в ванну (см. ниже — раздел "Покрытие серебром".).

После покрытия вещи хорошенько промывают в чистой воде, перетирают волосяными щетками; затем высушивают сначала в теплых опилках, а потом в нагретом сухом воздухе. Особенно тщательно надо промывать и перетирать вещи после растворов, содержащих синеродистые соединения (раствор 5), так как малейший остаток последних может вызвать появление зеленых пятен и разрушить под ними слой меди.

ПОКРЫТИЕ ЖЕЛЕЗОМ

Гальваническое покрытие железом называется *насталением* на том основании, что отлагаемое этим путем железо приобретает главнейшие физические свойства стали: необыкновенную твердость, значительную хрупкость и светло-серый, иногда почти серебряный, цвет. Химически же гальваническое железо совершенно чистое, но, подобно стали[1], окисляется (ржавеет) труднее, чем обыкновенное железо.

Поэтому насталение очень пригодно в тех случаях, в которых требуется сообщить значительную твердость поверхности более мягких металлов. В настоящее время оно применяется почти исключительно для покрытия медных гравированных досок и гальванических клише. Насталенные доски и клише в состоянии выдерживать без порчи очень значительное число оттисков, несравненно большее, чем ненасталенные. При том они, при надлежащем содержании[2], окисляются гораздо медленнее, чем чисто медные.

В типографском отношении они имеют то преимущество, что краска с них стирается значительно легче, чем с медных — преимущественно немаловажное, так как этим достигается большое сбережение времени.

---

[1] Сталь, как известно, есть соединение железа с углеродом.

[2] В чистом и сухом помещении.

Основой употребляемых для этого растворов служит железный купорос (*химически чистый*). Вот несколько испытанных рецептов:

1) насыщенный (при комнатной температуре) раствор железного купороса в воде;
2) в 50 ч. воды растворить 2 ч. железного купороса; прибавить 10 ч. сегнетовой соли, растворенной в 150 ч. воды и 20 ч. нашатырного спирта;
3) смешать насыщенные (при комнатной температуре) растворы в воде 2 ч. химически чистого железного купороса и 1 ч. нашатыря;
4) в 1700 ч. воды растворить 225 ч. железного купороса и 170 ч. нашатыря.

Для насталения медных досок и клише удобнее всего продолговатые узкие ванны, длиной и высотой соответствующие размерам досок или клише, а шириной (внутри) всего около 5 см (2 дюймов). Наполнив ванну раствором, вдоль одной ее продольной стенки помещают чистую железную пластинку, соединенную с анодом гальванической батареи, а вдоль другой, противоположной, опускают соединенную с катодом этой батареи медную доску (иди клише), которую нужно насталить. Расстояние между железной пластинкой и медной доской от 1 до $1^1/_2$ см (4—6 линий), редко более, причем, понятно, к железу должна быть обращена та поверхность медной доски (или клише), которую требуется насталить.

Отложение железа начинается тотчас же, и для надлежащего насталения обыкновенно достаточно 5—15 мин, в зависимости от силы тока и требуемой толщине слоя.

Ток для насталения требуется слабый: поэтому достаточно от 1 до 3—4 элементов Даниеля (или Мейдингера); при более сильном токе значительное отделение в растворе пузырьков водорода мешает равномерному отложению слоя (см. п. 12 общих правил). Для раствора 2 нужно около 3—4 элемента Даниеля (или Мейдингера), а для растворов 1, 3 и 4 может быть достаточно одного элемента. Но при этом необходимо, чтобы поверхность железной пластинки была никак не менее обращенной к ней поверхности медной доски (или клише), а лучше даже, если она больше (см. п. 10 общих правил). При растворе 1 железо отлагается надлежащим образом только тогда, когда поверхность железной пластинки у анода значительно больше поверхности насталиваемой медной доски; с этой целью у анода, кроме железной пластинки (имеющей такую же площадь поверхности, что и с медная доска), прикрепляют еще соединенный с пластинкой

виток железной проволоки, значительно увеличивающий поверхность железа.

Перед опусканием в ванну медные доски или клише должны быть, конечно, вполне очищены; для этого их погружают сначала в раствор едкого натра, потом в чистую воду и, наконец, в разведенную серную кислоту, после чего промывают обильно водой и тотчас же, не дожидаясь полного просыхания, переносят их в ванну.

Вынутые из ванны насталенные доски (или клише) быстро промываются сначала в большом количестве воды, а потом в растворе соды и затем высушиваются.

Растворы для насталения должны быть вполне нейтральныеми, так как в кислых отложение железа происходит неравномерно (о пробе реакции см. п. 2 общих правил). Сохранять же нейтральными железные растворы трудно — они быстро разлагаются. Поэтому для избежания порчи насталиваемых вещей советуют в начале операции погружать в ванну, на место гравированной медной доски (или клише), негодную медную пластинку (очищенную, как следует) и заменять ее доской (или клише) только тогда, когда отложение железа на этой пробной пластинке станет равномерным и достаточно светлым.

ПОКРЫТИЕ ОЛОВОМ

Покрытие различных металлов оловом при помощи гальванического тока (гальваническое лужение) удается прекрасно; сама операция незатруднительна, дает лучшие результаты и обходится дешевле, чем при обыкновенном способе лужения. Применимо гальваническое лужение во всех случаях, в том числе и для кухонной посуды. В некоторых случаях надлежащее лужение и может быть достигнуто только гальваническим путем; например, мелкие дырочки вещей из проволочной сетки при обыкновенном способе лужения засоряются, при гальваническом же остаются вполне отчетливыми. Поэтому можно только удивляться, что гальваническое лужение до сих пор употребляется в сравнительно редких случаях: чаще всего для покрытия чугунных труб, чугунных же и цинковых статуеток и т.п.

Ток для гальванического лужения требуется очень слабый[1], так что можно довольствоваться самым незначительным числом элементов Даниеля или Мейдингера, а во многих случаях даже обходить-

[1] При сильном токе олово отлагается в виде серого, плохо пристающего порошка.

ся без всяких элементов. Безусловно необходимы гальванические элементы только при лужении цинка.

Вещи из всех других металлов можно лудить таким образом В 500 ч. воды растворить $1^1/_2$ ч. расплавленной оловянной соли (хлористого олова) и 6 ч. пирофосфорнокислого натра (natrium pyrophosphoricum[1]); осторожно прибавить к раствору столько едкого натра (в концентрированном растворе), сколько нужно, чтобы жидкость получила чуть-чуть заметную щелочную реакцию (см. п. 2 обших правил). Нагреть раствор (возможно равномернее) до 70—80°С и погрузить в него вещи, которые требуется покрыть полудой, соединив их металлически (проволокой или пластинкой) с бруском цинка размером, соответствующим размерам вещей и также погруженным в раствор (не должен прикасаться к вещам). Цинк и вещи из другого металла, соединенные между собой металлически, образуют, вместе с раствором, гальванический элемент, сила тока которого совершенно достаточна для того, чтобы по истечении 3—4 ч, при указанной выше температуре (70—80°С) покрыть вещи вполне достаточным слоем красивой полуды[2].

Если в этом же растворе желают лудить при помощи гальванической батареи[3] (от одного до нескольких элементов Даниеля или Мейдингера смотря по размеру и количеству вещей), то вещи должны быть соединены с катодом батареи, а напротив них опущен в раствор достаточных размеров листик олова (станиоля), соединенный с анодом батареи (см. общие правила).

Очень употребителен для гальванического лужения еще следующий раствор: 1 ч. оловянной соли (хлористого олова) и 3 ч. синеродистого калия растворить в 1000 ч. (3° по Боме) раствора едкого натра. Опущенные в раствор вещи соединяются с катодом гальванической батареи, а на аноде вешается соразмерный листик олова. При комнатной температуре[4] для отложения слоя олова достаточной толщины необходимо 24—30 ч Получается матовая полуда, которой,

[1] Имеется в продаже и получается накаливанием обыкновенного фосфорнокислого натра.

[2] Если приходится лудить внутренность медной посуды, например кастрюли, то операция еще более упрощается. Раствор наливается в хорошо очищенную (внутри) кастрюлю (до верха); внутренняя поверхность кастрюли соединяется металлически с погруженным в раствор бруском цинка и нагревается, как сказано, до 70—80°С.

[3] Что, собственно, удобнее.

[4] Нагревать этот раствор опасно вследствие выделения из него паров очень ядовитой синильной кислоты. Да и вообще любителям лучше избегать этого раствора.

при желании, можно придать очень красивый блеск растиранием металлической щеткой.

ПОКРЫТИЕ ЦИНКОМ

Гальваническое покрытие цинком почти не употребляется на том основании, что отлагающийся при помощи электрического тока слой цинка окисляется на воздухе гораздо легче того, который получается погружением предмета в расплавленный цинк.

Один из употребительных растворов для гальванического покрытия железа цинком приготавляется так: 2 ч. цинкового купороса растворить в 10 ч. воды; прибавить столько раствора едкого натра, сколько нужно, чтобы образующийся сначала осадок снова вполне растворился[1]. Погруженные в раствор вещи соединяются с катодом, а на анод батареи привешивается цинковая пластинка, имеющая возможно большую площадь поверхности.

ПОКРЫТИЕ СВИНЦОМ

Применяется так же редко, как и гальваническое покрытие цинком.

Чаще всего употребляется для этого раствор свинцового глета (окиси свинца) в крепком щелоке из едкого натра: глет кладется в щелок и оставляется в нем на несколько дней (необходимо ежедневно несколько раз взбалтывать), после чего жидкость сливается с осадка и разводится дождевой водой. Сама операция покрытия производится на основании общих правил.

ПОКРЫТИЕ СЕРЕБРОМ

Серебрение металлов гальваническим путем одно из самых распространенных технических производств; только в последнее время оно стало несколько вытесняться никелированием, но, во всяком случае, никогда не может быть им вполне заменено.

Чаще всего серебрятся вещи медные или из различных сплавов меди (латуни, бронзы, томпака, мельхиора, и т.п.), реже железные,

[1] Можно к показанному раствору цинка в воде вместо едкого натра прибавить немного серной кислоты (до легкой кислой реакции), но для отложения цинка из такого кислого раствора требуется значительно более сильный электрический ток.

стальные, чугунные, оловянные и цинковые. Очень распространено серебрение мельхиоровых вещей; посеребренные мельхиоровые ножи, вилки, ложки, чайники, кофейники, подстаканники и т.п. известны всем и даже в богатых домах часто заменяют настоящее серебро, от которого они по внешнему виду ничем не отличаются. Целые фабрики занимаются производством такого рода вещей, продавая их под различными наименованиями: христофля, алфенида и пр.

Железо, сталь, чугун, цинк и олово перед серебрением следует покрывать тонким слоем меди, так как без этого серебро отлагается на них неравномерно и плохо пристает к ним.

Перед серебрением вещи должны быть тщательно очищены, как объяснено выше.

После очищения вещи хорошо прополаскивают в обильной воде и тотчас же переносят их в ванну для серебрения или же, для более прочного приставания серебра, предварительно погружают их на несколько минут в раствор азотнокислой ртути; вынув из этого последнего раствора, вещи перед перенесением их в серебряную ванну или промывают в воде, или же досуха обтирают их (не промывая) мягкой чистой тряпочкой (многие именно предпочитают обтирание промыванию).

Растворы для серебрения приготовляются обыкновенно из синеродистых препаратов и, следовательно, все очень ядовиты; поэтому обращаться с ними нужно весьма осторожно. Наиболее употребительные из них следующие:

1) в 10-процентном растворе синеродистого калия растворить, постепенно прибавляя, столько свежеприготовленного и хорошо промытого хлористого серебра[1], сколько растворится, т.е. до насыщения. Затем полученную жидкость развести еще таким же

[1] Чтобы получить хлористое серебро, кусочки серебра (хотя бы и содержащие медь) растворяют в таком количестве химически чистой азотной кислоты, какое нужно для растворения (стараясь избегать большого избытка кислоты); разводят раствор водой и прибавляют в него понемногу химически чистой же соляной кислоты (или вместо нее раствора поваренной соли в воде) до тех пор, пока в жидкости вцв образуется белый хлопковатый осадок, который и есть хлористое серебро Дав отстояться, прозрачную жидкость сливают и осадок промывают несколько раз горячей водой Еще проще хлористое серебро можно получить таким же осаждением его соляной кислотой (или раствором поваренной соли) из раствора готового азотнокислого серебра (ляписа) в дистиллированной воде. Все подобные операции с серебром следует производить или при вечернем освещении, или, если и днем, то в не очень освещенной комнате, так как соли серебра от большого света быстро разлагаются

количеством 10 процентного раствора синеродистого калия, какое употреблено вначале[1];

2) 18 ч. ляписа (азотнокислого серебра) растворить в 500—1000 частях дистиллированной воды и затем прибавить понемногу столько крепкого свежеприготовленного раствора синеродистого калия, сколько нужно, чтобы образующийся сначала белый осадок (синеродистое серебро) снова вполне растворился. Профильтровать;

3) 52½ ч. ляписа растворить в дистиллированной воде; из полученного раствора осадить поваренной солью хлористое серебро, которое промыть и растворить в растворе 175 ч. синеродистого калия в 4000 ч. дистиллированной воды; прибавить 135 ч. *кристаллического* углекислого натра (соды) и 70 ч. поваренной соли. Этот раствор более всего пригоден для серебрения железа и стали.

Раствор для серебрения можно приготовить и гальваническим путем. Налить в ванну для гальванизации раствор 85 ч. синеродистого калия в 1000 ч. дистиллированной воды; опустить в жидкость сосуд из пористой глины, наполненный тем же раствором синеродистого калия и заключающий внутри открытый с обоих концов медный цилиндр[2]; последний соединить металлически (проволокой) с катодом гальванической батареи, а в жидкость ванны (снаружи сосуда из пористой глины) опустить пластинку чистого серебра[3], соединенную металлически с анодом батареи. Под влиянием электрического тока батареи серебро постепенно растворяется в растворе синеродистого калия. Чтобы получить раствор достаточной крепости, ток должен действовать в течение нескольких часов. Взвешиванием серебряной пластинки (у анода) до и после операции всегда можно точно определить, сколько серебра перешло в раствор.

И здесь, как и в фотографии, пробовали ядовитый синеродистый калий заменять безвредным серноватистокислым натром (или калием), имеющим также способность растворять соли серебра[4]. Советуют, на-

[1] Синеродистый калий на воздухе постепенно разлагается и превращается в углекислый. Поэтому препарат этот должен быть, по возможности, недавнего приготовления, а хранить его следует в хорошо закупоренных склянках вдали от света.

[2] Как сосуд из пористой глины, так и открытый с обоих концов медный цилиндр совершенно подобны тем, какие употребляются в элементах Даниеля.

[3] Серебро именно должно быть чистое, без примеси меди, так как в противном случае в раствор, вместе с серебром перейдет и медь.

[4] В фотографии синеродистый калий употребляется для фиксирования негативов. Он может быть заменен раствором серноватистокислого натра; но негативы, фиксированные в последнем, далеко не так чисты и прозрачны и значительно менее прочны.

пример, следующий раствор: 100 ч. дистиллированной воды растворить сначала 10 ч. серноватистокислого натра (гипосульфита) и затем 1 ч. сухого хлористого серебра. Последнее можно заменить таким же количеством фосфорнокислого серебра. Раствор этот действует, и любителям его можно рекомендовать именно по причине его безвредности; но, как и в фотографии, достигаемые при помощи его результаты хуже, чем при использовании растворов с синеродистым калием, вследствие чего профессионалы пользуются исключительно последними.

Вещь, которую нужно посеребрить, соединяется с катодом батареи, а напротив нее на аноде батареи вешается серебряная или платиновая пластинка (см. пп. 3 и 10 общих правил); серебряная пластинка (например, листик продажного листового серебра) предпочтительнее на том основании, что при помощи ее поддерживается более равномерный состав раствора (см. п. 3 общих правил); поверхность пластинки должна быть не менее поверхности посеребряемых вещей (см. п. 10 общих правил).

Серебро отлагается сравнительно трудно, а потому ток для серебрения не должен быть очень слаб. Чаще всего употребляются Бунзеновские элементы (см. рис. 27) — от 1—2 до 4 и более элементов, смотря по размеру и количеству посеребряемых сразупокрываемых одновременно вещей. Для любителей, как сказано выше, удобнее элементы Даниеля или Мейдингера (см. рис. 25 и 26), число которых, понятно, должно быть во столько раз больше, во сколько элементы Даниеля слабее Бунзеновских; например, для замены одного элемента Бунзена нужно два элемента Даниеля, а вместо двух Бунзеновских элементов следует взять, по крайней мере, три элемента Даниеля.

О надлежащей силе гальванического тока можно судить по *времени* появления первого слоя отложения и по *качеству* этого слоя. При номальной силе тока поверхность вещи по истечении 10 мин должна покрыться сплошь чистым тонкозернистым (гладким) матово-белым слоем серебра. Если слой грубозернист (бугрист), то это значит, что электрический ток слишком силен, а если покрытие имеет вид бледно-серого порошковатого налета, то электрический ток слишком слаб; в первом случае ток нужно ослабить, а во втором усилить (см. п. 12 общих правил).

Впрочем, неправильное отложение и ненормальный вид серебряного слоя могут зависеть и от ненадлежащего состава серебряного раствора. Если по истечении нескольких минут пребывания в ванне вещи у катода и серебряная пластинка у анода покрываются грязным

сероватым или черноватым налетом, то это значит, что в растворе недостаточно свободного синеродистого калия; в таком случае нужно вынуть вещи, прибавить в раствор маленький кусочек синеродистого калия, перемешать и, дав постоять около $^1/_2$ часа, снова попробовать серебрение. При слишком большом содержании в растворе синеродистого калия и слой серебра, отлагающийся на вещах, и серебряная пластинка у анода остаются серебряно-блестящими, но принимают синеватый оттенок — следует прибавить в раствор немного синеродистого серебра[1]. Когда в растворе мало и серебра, и синеродистого калия (т.е. когда раствор слишком разведен водой), тогда и слой серебра на вещах, и серебряная пластинка у анода получают неприятный темный цвет, надо прибавить более густого раствора.

При работе содержание свободного синеродистого калия в серебряном растворе всегда постепенно уменьшается, вследствие все большего и большего растворения в нем серебряной пластинки, прикрепленной к аноду. За этим нужно следить и, как скоро слой серебра на вещах и серебряная пластинка у анода начинают приобретать описанный выше грязный вид, необходимо вынуть вещи и прибавить кусочек синеродистого калия.

Для получения легкого серебряного налета может быть достаточно нескольких минут; но такое посеребрение, конечно, непрочно: слишком тонкий слой серебра быстро стирается. Чтобы серебряный слой достиг достаточной толщины, необходимо несколько часов: от 1 до 4 и более. После 3...4 ч действия тока средней силы отлагается слой серебра приблизительно в толщину листика шелковой бумаги. Для матового серебрения такая толщина достаточна, но если имеется в виду полировать поверхность, чтобы придать ей надлежащий блеск, то действие тока должно быть продолжено еще на некоторое время. Лучше всего в этом отношении руководствоваться взвешиванием посеребряемых предметов до опущения их в ванну и в различные промежутки времени после нахождения в ней. При серебрении

---

[1] Синеродистое серебро удобнее всего получается таким образом: к раствору ляписа (азотнокислого серебра) в дистиллированной воде прибавлять *понемногу* раствора (также в дистиллированной воде) синеродистого калия до тех пор, *пока еще образуется белый осадок*. Когда последняя прилитая капля раствора синеродистого калия не вызывают более осадка (мути), прибавление прекратить, дать отстояться, слить жидкость и несколько раз промыть дистиллированной водой осадок, который и есть *синеродистое серебро*; оно нерастворимо в воде, но легко растворяется в *избытке* раствора синеродистого калия, причем образуется двойная синеродистая соль серебра и калия.

мельхиоровых вещей операцию прекращают обыкновенно, как скоро вес отложенного серебра достигает 2% веса вещи до серебрения[1].

Чтобы отложение серебра происходило везде равномерно, необходимо вещи по временам переворачивать (см. пп. 11 и 9 общих правил), а окружающий их раствор перемешивать довольно часто, а еще лучше поддерживать его в постоянном волнообразном движении — колебанием или вещей, или ванны: нужно это для того, чтобы плотность раствора была постоянно одинакова во всех его слоях[2]. Делается это или руками, или при помощи особых приспособленных для того аппаратов.

Вынув из ванны, вещи тотчас же тщательно промывают сначала в обыкновенной чистой воде, а под самый конец в кипящей дистиллированной воде, по удалении из которой они высыхают почти мгновенно. Поверхность посеребренных вещей имеет чистый белый, но всегда *матовый* цвет.

Если желают сообщить поверхности блестящий вид, ее сначала растирают щеткой с порошком винного камня, а потом полируют, как будет указано ниже; так как при этом слой серебра отчасти стирается, то предметы, поверхность которых должна быть полирована, следует покрывать сравнительно более толстым слоем серебра, для чего их, конечно, приходится оставлять в ванне несколько дольше.

Впрочем, есть средство придать отлагаемому слою серебра блестящий вид при самой операции его отложения в ванне, что, конечно, экономичнее, так как через это устраняется необходимость полирования. Достигается это прибавлением в раствор для серебрения *сернистого углерода*[3]: на 500 частей, серебряного рас-

---

[1] На фабриках употребляются специально приспособленные для этого весы Розелера (Roseleur), при помощи которых электрический ток автоматически прекращается, как скоро вес отложенного на посеребряемых предметах серебра достигает заранее определенного значения.

[2] Если раствор оставить в покое, то отложение металла происходит очень неровно, как по причине оседания вниз более плотных частей раствора, так и потому, что вокруг вещей образуются восходящие и нисходящие течения, мешающие равномерному отложению металла.

[3] Сернистый углерод, или сероуглерод (carbonium sulfuratum) есть жидкость, получаемая действием паров серы на раскаленный древесный уголь. В чистом виде жидкость эта безцветна, тяжелее воды (плотность 1,29 г/см^3), очень летуча, обладает особым эфирным запахом, легко воспламеняется, кипит при 48°С; в воде нерастворима, но легко растворяется в спирте и эфире Сернистый углерод имеет в настоящее время довольно обширное применение в технике, а потому приготовляется фабричным способом и может быть получен в аптекарских складах (нужно спрашивать очищенный и в пузырьках с хорошо притертыми стеклянными пробками).

твора $^1/_{104}$ ч. сернистого углерода. Если раствор работает постоянно, то указанное количество сероуглерода может прибавляться к нему ежедневно; но избытка сероуглерода, во всяком случае, следует избегать[1]. При этом во все время серебрения вещь должна оставаться неподвижной, а раствор следует предохрить от всякого сотрясения: иначе и при сероуглероде слой серебра получится матовый. Но так как, вследствие такой неподвижности вещи и раствора, отложение серебра может быть неравномерным (см. выше), то лучше всего поступать так: посеребрить вещь в обыкновенном растворе серебра, без сероуглерода, а затем уже под конец перенести ее минут на 15 в раствор с сероуглеродом.

Иногда случается, что посеребренная вещь приобретает неприятный желтоватый оттенок на воздухе. Зависит это обыкновенно от образования на поверхности сернистого серебра. Чтобы уничтожить этот оттенок, вещь погружают на короткое время в горячий крепкий раствор синеродистого калия, затем хорошо промывают в горячей воде и растирают щеткой с порошком винного камня (без растирания часто можно и обойтись). Вместо раствора синеродистого калия, можно употреблять раствор едкого калия, также горячий. Той же цели достигают, снова погружая вещь на несколько минут в ванну для серебрения, но соединяют ее, при этом, не с катодом, а с *анодом* батареи.

Когда вещь остается в ванне для серебрения слишком долго, поверхность ее иногда получает сероватый цвет. В таком случае ее следует растереть щеткой с порошком винного камня, хорошо промыть и снова погрузить на короткое время в ванну, соединенную, как обыкновенно, с катодом.

Если приходится вновь серебрить старые, раз уже посеребренные, вещи, более или менее износившиеся от употребления, то те из них, у которых старое серебро сошло только на острых краях и на очень выпуклых частях, а на всех остальных местах сохранилось сплошным слоем, можно серебрить и без предварительного удаления с них старого серебра. С тех же вещей, старое серебро которых стер-

---

[1] Сероуглерод лучше прибавлять в виде раствора, приготовленного таким образом: сероуглерод смешивают с эфиром и в течение 8 дней настаивают (по временам встряхивая) с большим избытком употребительного серебряного раствора; полученный настой сохраняют и по мере надобности, приливают его в раствор ванны в такой пропорции, чтобы на 5000 частей раствора ванны приходилось около $^1/_{104}$ сероуглерода. Следует оговориться, что не все практики согласны признать вышеуказанное влияние сероуглерода на качество покрываемой.

лось значительно и осталось только в виде островков, необходимо прежде всего удалить дочиста старое серебро.

Для этого вещи погружают на короткое время или в смесь из 100 ч. дымящейся серной кислоты и 200 ч. азотной кислоты (40° по Боме), или же в горячую серную кислоту[1], в которую, после погружения вещей, подсыпают немного селитры. Оставлять вещи в смеси или кислоте дольше, чем нужно, не следует, потому что иначе не только сойдет серебро, но и будет разъеден металл, из которого сделана вещь. Обыкновенно достаточно нескольких минут. Смесь действует быстрее, чем серная кислота; поэтому многие предпочитают последнюю (легче следить за ходом операции); если серная кислота начинает работать слишком медленно, по временам подсыпают еще селитры. Как в смеси, так и в серной кислоте вещи (привязанные на медной проволоке) следует держать не неподвижно, а постоянно передвигая их с места на место. Когда все серебро сойдет, вещи быстро промывают в обильной чистой воде и затем для удаления мелких частичек серебра перетирают их или жесткой волосяной, или же проволочной щеткой. Если окажется, что серебро сошло не все, операцию можно повторить. Описанным образом серебро удаляется с медных вещей или с вещей из различных сплавов меди (латунных, мельхиоровых, бронзовых и пр.). На железо и его сплавы крепкие кислоты действуют слишком сильно, а потому серебро с железных (или содержащих железо) вещей удаляется гальваническим путем: для этой цели вещи погружают в гальваническую ванну, наполненную 5-процентным раствором синеродистого калия, и соединяют их с *анодом* батареи; на катоде же привешивают серебряную пластинку, на которую и отлагается серебро, сходящее с вещей. Впрочем, совершенно таким же образом, при помощи гальванических элементов, можно удалить серебро со всякого другого металла, причем металл, с которого удаляется серебро, всегда соединяется с *анодом*[2].

Старые посеребренные вещи, перед их погружением в ванну для нового серебрения, подвергаются такой же очистке, как и вещи несеребренные. Удаление с них серебра производится ранее этой очистки.

---

[1] Нагревать серную кислоту должно очень осторожно, так как малейшие брызги ее могут причинять опасные ожоги. Удобнее всего для этого эмалированные внутри железные или чугунные котелки такой вместимости, чтобы кислота в них далеко отстояла от краев. Рядом всегда должен быть сосуд с раствором соды, которым можно было бы тотчас же обмыть место, случайно обожженное кислотой.

[2] Для отложения серебра на другом металле последний, наоборот, всегда соединяется с катодом (см. п. 3 общих правил).

Если вещи изогнуты и поломаны, то их, по удалении с них старого серебра описанным выше способом, нужно прежде всего выправить и спаять, а затем уже подвергнуть, перед новым серебрением, надлежащей очистке.

Если спайка была произведена оловянным припоем, то места спайки должны быть покрыты медью: для этого, обмокнув кисточку в крепкий раствор медного купороса, проводят ею в несколько приемов по спаенному месту — до тех пор, пока последнее не примет медную окраску. После этого вещь прополаскивают и погружают или прямо в ванну для серебрения, или сначала в раствор азотнокислой ртути, а потом в ванну.

При помощи электричества лучше всего добывать серебро из старых, негодных к употреблению, серебряных растворов. Раствор наливают в ванну и погружают в него с одной стороны медную пластинку, соединенную с анодом, а с другой — серебряную пластинку, связанную с катодом батареи. Под влиянием тока серебро из раствора выделяется на серебряную пластинку, в чем можно убедиться, взвешивая последнюю до и после операции.

Химический способ добывания серебра из старых серебряных растворов посредством осаждения его соляной кислотой, может быть допущен только в помещениях, оборудованных особыми приспособлениями для немедленной вытяжки отделяющихся при этом очень ядовитых паров синильной кислоты.

Примерное описание хода операций гальванического серебрения вещей из меди и ее различных сплавов (мельхиора, латуни, бронзы и пр.)

Описание это может служить для любителей образцом ведения операций при гальваническом покрытии не только серебром, но и другими металлами.

Приготовление серебряного раствора из азотнокислого серебра[1]. В одном стеклянном сосуде растворить 19 г (около $4^1/_2$ зол.) азотнокислого серебра в 1 л ($^4/_5$ кружки) дистиллированной воды, в другом стеклянном сосуде растворить 41 г (около $9^1/_2$ зол.) химически чисто-

[1] Азотнокислое серебро продается или расплавленным в форме палочек ляписа, или же в кристаллическом виде. Можно употреблять то и другое; но некоторые практики предпочитают кристаллическое за его большую чистоту.

го синеродистого калия также в 1 л дистиллированной воды[1]. Затем раствор синеродистого калия приливать *понемногу* в раствор азотнокислого серебра — до тех пор, пока в последнем от прилития еще образуется белый осадок: прилив немного, перемешать стеклянной палочкой и дать осесть белому осадку, снова прилить немного, опять перемешать и дать осесть и т.д., пока, наконец, последние прилитые капли раствора синеродистого калия уже не произведут в растворе азотнокислого серебра не только осадка, но даже никакой мути[2]. Образующийся белый осадок есть синеродистое серебро, в которое под влиянием синеродистого калия превратилось азотнокислое серебро. Чтобы осадить таким образом из раствора в первом сосуде все азотнокислое серебро, требуется приблизительно около трети (по объему) раствора синеродистого калия, приготовленного во втором сосуде. Окончив осаждение, дать осадку синеродистого серебра хорошо осесть на дно сосуда. Когда находящаяся поверх него жидкость станет прозрачной, осторожно слить ее и осадок промыть несколько раз дистиллированной водой (каждый раз взбалтывая его с водой и затем давая вполне отстояться). Воду последнего промывания тщательно слить с осадка. Заметив аккуратно высоту оставшегося во втором сосуде раствора синеродистого калия, налить этого раствора на осадок синеродистого серебра, находящегося в первом сосуде столько (но не более), сколько нужно, чтобы осадок вполне растворился[3] (наливать понемногу и все время мешая стеклянной палочкой). После этого еще прилить из второго сосуда раствор синеродистого калия в объеме, равном $^1/_5$ ч. того количества, какое употреблено на растворение осадка синеродистого серебра[4]. Наконец, приготовленный таким образом раствор синеродистого серебра

---

[1] Так как синеродистый калий растворяется в холодной воде медлвнно, то для ускорения операции воду сначала следует подогреть и горячей облить синеродистый калий, когда же последний растворится вполне, раствор охладить

[2] Приливать понемногу следует для того, чтобы не перелить; в особенности нужно быть осторожным с последней порцией, приливая ее именно каплями, потому что если прилить лишнее, то часть осевшего серебра снова растворится (см. ниже).

[3] Синеродистый калий осаждает азотнокислое серебро из раствора, превращая его, как сказано, в синеродистое серебро, но раз все серебро превратилось в синеродистое, дальнейшее прилитие синеродистого калия уже растворяет это серебро.

[4] Небольшой избыток в серебряном растворе синеродистого калия нужен для растворения, по мере работы гальванического элемента, соединенной с анодом пластинки серебра (см. п 3 общих правил) Показанный в тексте избыток достаточен при серебрении латунных, бронзовых и мельхиоровых вещей, для олова и свинца избыток этот должен быть несколько больше, а для чистой (красной) меди и для железа немного меньше

развести дистиллированной водой до 1 л. Раствор этот соответствует раствору 2, описанному выше, но пропорции и подробности приготовления несколько иные.

Если раствора требуется больше ипи меньше 1 литра, то и количество входящих в него составных частей, понятно, должно быть пропорционально увеличено или уменьшено.

Подготовка вещей к покрытию. Предположим, что имеется в виду посеребрить несколько различных вещей: чайные или столовые ложки, брошки, серьги, запонки и т.п. Рассортировать эти вещи можно так:

а) вещи совершенно новые и совсем несеребренные;

б) вещи новые и покрытые таким слабым налетом серебра, что для прочности их необходимо посеребрить еще[1];

в) вещи, бывшие хорошо посеребренными и вполне сохранившие как свою форму, так и сплошной слой серебра везде, за исключением острых краев и больших выпуклостей;

г) вещи, которые, подобно вещам в, сохранили форму, но на них слой от прежнего серебрения остался только островками;

д) вещи, на которых слой серебра сохранился, как и на вещах, *г*, но они кроме того, более или менее помяты, поцарапаны или поломаны.

Вещи первых трех категорий (*а*, *б* и *в*) перед серебрением нужно только очистить, как следует. Вещи а могут быть подвергнуты всем тем операциям очистки, которые описаны выше; но в большинстве случаев для любителей достаточно прокипятить их несколько минут в крепком калийном или натриевом щелоке, хорошо промыть, затем погрузить также на несколько минут в смесь из $1\frac{1}{4}$ ч., по объему, соляной кислоты, $\frac{1}{2}$ ч. слабой азотной кислоты, снова старательно промыть, протереть слегка (в особенности в углубленных местах) проволочной щеткой (для удаления малейших остатков окислов) и окончательно промыть. Для очищения вещей *б* и *в* можно довольствоваться кипячением их в калийном или натриевом щелоке, растиранием жесткой волосяной (а не проволочной) щеткой и прополаскиванием в чистой воде[2]. С вещей категории *г* следует прежде всего удалить остатки старого серебра, для чего с ними поступают,

---

[1] К этой категории принадлежат обыкновенно дешевые посеребренные вещи ложки, вилки, ножи и пр.

[2] В кислоты эти вещи (*б* и *в*) не погружают, чтобы не удалить с них уже существующего на их поверхности серебряного слоя, если же этим слоем не дорожат, то и их можно очищать так же, как вещи категории *а*

как сказано выше; по удалении серебра прополаскивают и очищают, как вещи категории *а*. Вещи категории д требуют уже особой подготовки. Остатки прежнего посеребрения должны быть удалены. Затем изогнутые и вдавленные места необходимо выправить, мелкие царапинки сгладить сначала тонким напилком, а потом оселком; если нужно, отполировать наждачной бумагой, трепелом[1], крокусом и т.п. Очень глубокие царапины сначала заполнить расплавленным оловом или каким-либо оловянным припоем, например третником, и потом уже сгладить напилком, оселком и пр.[2] Сломанные вещи должны быть, конечно, предварительно спаяны: крупные вещи, например ложки, вилки и т.п., одним из твердых припоев, а мелкие вещи или также твердым припоем, что, понятно, лучше, или же одним из мягких припоев; спаянные места сгладить напилком, оселком и пр. После этого вещи категории д очищают точно так же, как вещи *а*.

Погружают вещи в жидкости для очищения привязанными на медных проволоках и не оставляют в них неподвижно, а постоянно, во все время операции, медленно передвигают с места на место. После очищения к вещам не следует прикасаться руками; если их для перенесения в ванну нужно прикрепить на другие проволоки (соединенные с катодом батареи), то делать это нужно очень чистыми руками *под водой*. Переносят вещи в ванну для гальванизации или вслед за очисткой (и промыванием), или же их, для более прочного приставания серебра, предварительно погружают на несколько минут в раствор азотнокислой ртути, приготовленный, как объяснено выше; вынув из этого раствора, вещи или прополаскивают в чистой воде, или же только перетирают (быстро) мягкой тряпочкой и тотчас же погружают в ванну для гальванизации.

Если вещи спаяны мягким оловянным припоем, то место спайки, перед погружением вещей в раствор азотнокислой ртути, покрывают медью, как объяснено выше и затем прополаскивают.

Сама операция серебрения. Относительно погружения вещей в ванну для гальванизации, силы требуемого в данном случае тока, размера и числа необходимых элементов, равно как и способов, при помощи которых ток может быть усилен или ослаблен, руковод-

---

[1] Трепел есть землистый порошкообразный минерал, состоящий из кремнезема с примесью небольшого количества глины и окиси железа. Употребляется именно для чистки и полировки металлов. В продаже для этой цели существует промытый трепел.

[2] Поступать, как после спайки.

ствуются общими правилами (см. п. 12) и теми замечаниями, которые приведены выше.

Минут через 15 после погружения в ванну вещи следует (одну за другой) вынуть и испробовать слой отложенного на них серебра осторожным скоблением проволочной щеткой· если слой не отстает, то вещи, погрузив их еще раз на очень короткое время в раствор азотнокислой ртути (см. выше) снова опускают в ванну для гальванизации, если же слой серебра от скобления щеткой местами сходит, то необходимо соскоблить с вещей все отложившееся на них серебро и прежде, чем погрузить их в ванну, подвергнуть новой тщательной очистке. При надлежащей силе тока, для полного посеребрения обыкновенно достаточно 2...3 ч[1]. В течение всего этого времени или раствор в ванне, или вещи должны быть, по возможности, в непрерывном движении, кроме того, каждую вещь необходимо перевернуть (т.е. верхним концом опустить вниз) по крайней мере один раз (в середине операции), но можно переворачивать и несколько раз, наблюдая при этом, чтобы оба конца вещи были обращены вверх и вниз приблизительно одинаковые промежутки времени (см. п. 11 общих правил).

Обработка вещей после серебрения. Когда вещи достаточно посеребрены, вынимают из ванны, отвязывают их от катода и на 1, 2 или 3 мин снова опускают в раствор ванны (повесив их на край последней), но уже *не связанными* с катодом[2]. После этого вещи старательно прополаскивают в обильной чистой воде и тотчас же просушивают в горячих опилках[3], если поверхность их должна оставаться *белой матовой*, как, например, на большей части ювелирных изделий. Если же, наоборот, требуется блестящая серебряная поверхность (ложки, вилки и т.п.), то, хорошо промыв вещи в чистой воде, их растирают проволочной щеткой до тех пор, пока не сойдет весь матовый слой и слой серебра не станет блестящим. Растирать следует равномерно всю поверхность и особенно тщательно на местах углублений, трещин и т.п., стараясь при этом, однако, не делать царапин. Именно для того, чтобы щетка действовала мягче, как ее, так и поверхность вещей во вре-

[1] Руководствоваться в этом отношении лучше всего взвешиванием вещи до и после серебрения

[2] Делается это для удаления с поверхности вещей нередко остающегося на них желтоватого налета синеродистокалиевой соли

[3] Опилки должны быть от несмолистого дерева, достать их можно у токарей, мебельных столяров и т п

мя растирания смачивают или старым пивом (черным), или мыльной водой, или жидким отваром льняного семени.

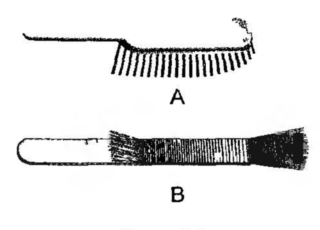


Рис. 31

Здесь необходимо сказать несколько слов о проволочных щетках, которые употребляются не только для превращения матовой поверхности в блестящую, но и, главным образом, для механической чистки металлов. На рис. 31 показаны две самые обыкновенные формы их. Щетка *А* должна быть приобретена у мастера, а щетку *В* нетрудно приготовить самому, прикрепив пучок проволоки (посредством проволоки же) к деревянной или металлической ручке, и затем обрезать *ровно* концы проволок пучка. Размеры щеток следует, понятно, сообразовать с площадью растираемых ими поверхностей

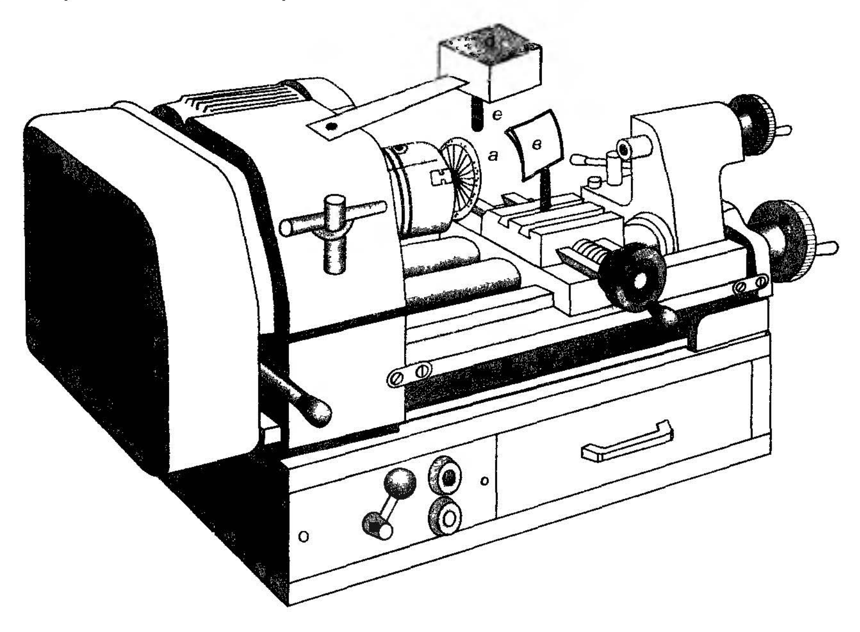


Рис. 32

Для любителей 2—3 размера щетки *В* могут быть достаточны в большинстве случаев. Проволока для щеток используется чаще всего латунная, но не из мягкого, а из достаточно твердого сорта, так как иначе щетка быстро становится негодной вследствие загибания ее

кончиков. Для чистки могут годиться щетки и из грубой проволоки; для сглаживания же матовых поверхностей необходимы щетки из тонкой проволоки

У кого есть токарный станок (рис. 32), для того удобнее всего круглая проволочная щетка *а*, надеваемая на ось станка и вместе с ней приводимая в быстрое вращательное движение. Кожух *в*, предупреждает разбрасывание жидкости, которой во все время операции смачивается щетка *а*. Жидкость та же что употребляется и при растирании обыкновенными щетками — мыльная вода, старое пиво, отвар льняного семени и т п , она наливается в сосуд *д* и через трубочку *е*, снабженную краном, понемногу стекает на круглый край щетки *а*; излишек жидкости падает со щетки в находящийся под ней на доске станка желобок и в трубочку (также с краном) Сам ход операции понятен: вещь приставляется к краю быстро вращающейся щетки *а*, как нож к каменному точилу.

Окончив растирание проволочной щеткой вещи снова хорошо промывают в чистой воде, перетирают между горячими древесными опилками и оставляют в последних до высыхания.

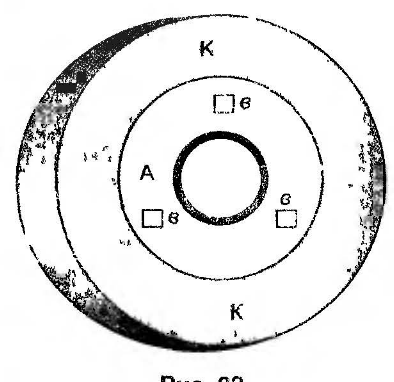


Рис. 33

Когда вещи высохли, их полируют. В обыкновенных случаях можно довольствоваться растиранием вещей между мягкими сухими древесными опилками, затем натиранием их порошком трепела или крокуса, а еще лучше — смеси из равных частей трепела, крокуса и углекислой магнезии, сначала на замше, а под конец при помощи мягких частей ладони и большого пальца руки Очень удобно подобного рода полирование производить при помощи того же токарного станка, на ось которого для этой цели вместо круглой проволочной щетки надевается полировальный кружок, изображенный на рис. 33 Кружок этот состоит из двух железных кружков (*А* и *В* на рис 34), имеющих около 2 дюймов в диаметре и просверленных в центре соответственно толщине оси токарного станка, между железными кружками вставляется достаточной толщины пачка кружков, вырезанных из грубой бумазеи в 3—3$^1/_2$ дюйма в диаметре Посредством болтов, продетых сквозь три небольшие отвер-

стия (*в. в*) в железных *А* и *В* (и бумазейных) кружках, железные кружки стягиваются и плотно сжимают находящуюся между ними пачку бумазейных кружков, выступающие по окружности края (*к, к*) которых образуют мягкую круглую щетку. В середине бумазейных кружков прорезается, конечно, такое же отверстие, как и в железных. Надев изготовленный таким образом полировальный кружок на ось токарного станка, смазывают

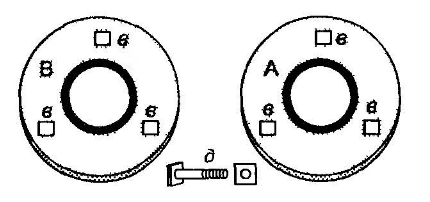


Рис. 34

бумазейные края его салом, оливковым маслом и т.п., посыпают их трепелом, крокусом и другим полировальным порошком и приводят кружок в быстрое вращательное движение. Сам процесс полирования понятен без объяснений: приемы те же, что при точении ножей и пр на круглом вращающемся камне. Заканчивают полирование, во всяком случае, растиранием ладонью и большим пальцем руки.

Для большинства случаев такое полирование может быть достаточным, но если желают придать поверхности очень блестящий — зеркальный вид, то полировать следует при помощи стальных или агатовых полировок (см. рис. 22). Форма и размер как тех, так и других могут быть очень разнообразны — выбирать нужно соответствующие форме и размеру полируемой поверхности. Для углублений, узких мест и для полирования всех мелких вещей можно с успехом употреблять хорошо отшлифованное сапожное шило. Вообще у всякой полировки конец, которым полируется, должен быть всегда старательно отшлифован, с этой целью его необходимо по временам тереть о кожаную подушку (тугую), посыпанную крокусом или другим полировальным порошком. Само полирование производится таким образом. Оперев вещь о кожаную или другую твердую подставку, проводят по ее поверхности концом полировки, надавливая достаточно, но не слишком (сообразно с плотностью металла, из которого сделана вещь)[1], непременно *правильными рядами* и постоянно *в одном направлении*[2], постепенно переходя с одного края поверхности к друго-

[1] Очень осторожным следует быть на местах спаек, в особенности, если они сделаны мягким припоем

[2] Всякий штрих, пересекающий эти ряды поперек или косвенно, портит эффект полирования, лишая поверхность ровного зеркального блеска

му, противоположному, и не оставляя ни малейшего промежутка. Чтобы полировка шла мягко, не царапая, и ее, и поверхность вещи во все время операции увлажняют какой-либо слизистой жидкостью: мыльной водой, жидким отваром льняного семени, старым черным пивом и т.п. После полирования остается только промыть вещь в чистой воде, просушить и обтереть ее мягкой замшей. Надлежащим образом отполированная вещь должна именно блестеть, как зеркало.

ПОКРЫТИЕ ЗОЛОТОМ

Гальваническое золочение производится совершенно таким же образом, как и гальваническое серебрение, и точно так же обыкновенно в растворах золота, приготовленных с синеродистым калием. Но разница заключается в том, что большинство растворов для золочения нагревается от 50 и 60 до 70 и 80°С. Нагревание это позволяет работать при содержании в 1 л ($^4/_5$ кружки) раствора 1 или даже только 0,75 г ($22^1/_2$ или 17 долей) золота; обыкновенно же на 1 л горячего раствора употребляют от 3 до 5 г (от $67^1/_2$ до $112^1/_2$ долей) золота. Можно золотить и в холодных растворах, но в таком случае в последних должно быть растворено, по крайней мере, вдвое или даже втрое больше золота, т.е. от 6 до 10 и 15 г (от $1^1/_2$ до 2 и $3^1/_2$ зол.) на 1 л раствора.

Так как при нагревании из растворов отделяются пары очень ядовитой синеродистой кислоты, то золочение в горячих растворах может быть допущено только в таких помещениях, в которых имеются необходимые приспособления для немедленного удаления (через вытяжные трубы) этих паров. Любителям можно посоветовать золотить или в холодных (т.е. при обыкновенной комнатной температуре) синеродистых растворах, содержание золота в которых, как сказано, должно быть удвоено или утроено, или же в растворах, приготовленных с помощью не синеродистого калия, а желтой кровавой соли (железистосинеродистого калия)[1].

Вот несколько наиболее употребительных растворов для золочения:

---

[1] Конечно, и с холодными синеродистыми растворами надо быть осторожным, потому что они сами по себе очень ядовиты: не погружать в них руки и даже пальцы, особенно, если имеются царапины или, стараться не дышать над ванной. Что касается растворов с желтой кровавой солью, то они не ядовиты.

1) в 100 ч. дистиллированной воды растворить сначала 10 ч. синеродистого калия и потом 1 ч. синеродистого золота[1]. Этот раствор вполне годен и для золочения при обыкновенной комнатной температуре;

2) 7 ч. чистого золота превратить, при помощи царской водки, в хлорное золото[2], которое затем растворить в небольшом количестве дистиллированной воды, полученный раствор влить (мешая) в раствор 100 ч. синеродистого калия в 10000 ч. перегнанной воды. Образующийся сначала осадок (синеродистого золота) при размешивании растворяется;

3) в 1000 ч. перегнанной воды растворить 15 ч. синеродистого калия и 5 ч. хлорного золота, прокипятить $^1/_2$ ч. При употреблении нагревать до 60—70° или 80°С;

4) 4 грамма (90 долей) золота, при помощи царской водки превратить в кристаллическое хлорное золото или же, вместо того, взять 7 г (1 зол. 61$^1/_2$ долю) продажного кристаллического хлорного золота;

---

[1] Синеродистое золото получается осаждением его посредством крепкого раствора синеродистого калия из раствора хлорного золота в воде, причем поступают совершенно так же, как при осаждении синеродистого серебра из раствора азотнокислого серебра, т.е. приливают раствор синеродистого калия понемногу, под конец каплями и только до тех пор, пока еще образуется бледно-желтый осадок; как скоро последние капли синеродистого калия уже не производят более мути в растворе золота, приливание прекращают;,дают отстояться и осесть осадку, затем, слив жидкость с осадка, его промывают несколько раз перегнанной водой и высушивают. Этот бледно-желтый осадок и есть синеродистое золото, которое, подобно синеродистому серебру, нерастворимо в воде, но растворяется в избытке раствора синеродистого калия.

[2] Хлорное золото приготавливается таким образом: узенькие полоски листового золота (или мелкие кусочки тонко расплющенного червонного золота, например золотой монеты) обливают в фарфоровой чашке (такой, какая употребляется в химических лабораториях) 15-20 ч. царской водки, состоящей из смеси 1 ч. дымящейся азотной и 3 ч. соляной кислоты, и, постоянно мешая стеклянной палочкой, нагревают в водяной или песчаной бане (т.е. держа чашку над кипящей водой или в горячем песке) до полного перехода золота в раствор красивого темно-красного цвета; затем, продолжая мешать стеклянной палочкой, дают раствору остыть снова ставят чашку в водяную или песчаную баню и выпаривают раствор досуха. Можно выпаривать не досуха, а только до образования мелких бледно-желтоватых кристаллов хлорного золота; но кристаллическое хлорное золото всегда содержит избыток соляной кислоты, разлагающе синеродистый калий раствора для золочения; поэтому выпаривать лучше досуха. Если для приготовления золотого раствора вместо металлического золота употреблять существующее в продаже готовое кристаллическое хлорное золото, то и его следует предварительно выпаривать досуха в песчаной или водяной бане. При этом нужно иметь в виду, что в кристаллическом хлорном золоте металлического золота содержится около 58% и что, следовательно, вместо 7 ч металлического золота, нужно взять около 12 ч кристаллического хлорного золота Вполне высушенного, безводного хлорного золота достаточно 103/4 ч , так как в нем заключается около 65% металлического золота.

облить 20—30 г (5—7 зол.) химически чистого и возможно крепкого нашатырного спирта; затем прилить к смеси понемногу столько (но не более) крепкого (60—70-процентного) раствора синеродистого калия, сколько нужно для полного его растворения (превращения в совершенно прозрачную жидкость)[1]; разбавить перегнанной водой до 10 л. Раствор хорошо работает только при достаточном нагревании.

5) из 28 грамм (63/5 зол.) золота при помощи царской водки приготовить хлорное золото, выпарить его досуха, растворить в перегнанной воде и прибавить 210 г ($49^1/_4$ зол.) жженной магнезии, размешанной с небольшим количеством воды (также перегнанной); образующийся при этом осадок[2] отфильтровать и тщательно промыть на фильтре перегнанной водой; затем облить его азотной кислотой, которая растворяет всю магнезию и оставляет нерастворенной *окись золота*; промыв последнюю дистиллированной водой, растворить ее в растворе 500 г ($1^1/_5$ фунта) желтой кровавой соли в 4 литрах перегнанной воды. Раствор этот пригоден для золочения при комнатной температуре. Не ядовит;

6) наконец, раствор для золочения, подобно раствору для серебрения, можно приготовить при помощи гальванического тока, причем поступают совершенно так же, как и при изготовлении серебряного раствора; разница только в том, что здесь на аноде, вместо листика серебра вешается листик золота. Для ускорения процесса ванну с раствором синеродистого калия можно подогревать (относительно осторожности при нагревании см.выше).

Вещи для золочения очищаются так же, как для серебрения. Но при очищении серебряных вещей не следует употреблять жидкостей, содержащих азотную кислоту, которая растворяет серебро. Серебряные вещи в большинстве случаев достаточно прокипятить сначала в крепком калийном или натровом щелоке, а потом в чистой воде; затем погрузить их в серную кислоту и старательно промыть в обильной чистой воде. Погружение вещей перед золочением в раствор азотнокислой ртути здесь имеет то же значение, что и при серебрении, т.е. облегчает приставание золота к покрываемому им металлу.

Если желают, чтобы поверхность медных вещей (или вещей из сплавов меди) была после золочения не блестящей, а матовой, то по-

[1] Приблизительно для этого требуется около 30 г (7 зол.) синеродистого калия.

[2] Состоит из окиси золота и магнезии.

ступают, как объяснено выше. Как и при серебрении, железные, стальные, цинковые, оловянные и свинцовые вещи должны быть предварительно покрыты медью.

Ток для золочения никогда не должен быть осень силен; обыкновенно достаточно 2—3 элементов Бунзена или 3—5 Даниеля. При слишком сильном токе золото оседает из раствора в форме черного порошка, а позолота принимает неприятный буроватый цвет; при слишком слабом токе золочение идет плохо. Чтобы позолота вышла красивой, листик золота, привешиваемый у анода, должен быть достаточного размера (см. пп. 3 и 10 общих правил); в этом отношении не следует скупиться: чем больше тем лучше. Подогревание раствора между указанными границами значительно ускоряет отложение золота. Для полного позолочения обыкновенно достаточно нескольких (2—3 мин), иногда 1 мин, смотря по силе тока, крепости раствора, температуре ванны и желаемой толщине позолоты; в этом последнем отношении вернее всего руководствоваться взвешиванием вещей до и после золочения (см. п. 14 общих правил). Для легких ювелирных изделий может быть достаточен слой, равняющийся $^{2}/_{1000}$ ч. веса вещей, т.е. около 2 долей золота на 10 зол. (960 долей) вещей; но лучше несколько более; вообще же позолота будет тем прочнее, чем толще отложившийся слой.

Относительно хода операций при гальваническом золочении можно руководствоваться или порядком, изложенным при золочении *погружением*, не употребляя только раствора для *освежения*, в котором здесь нет надобности, или же описанным выше ходом операций гальванического серебрения.

Когда золочение окончено, вещи вынимают из ванны и поступают с ними, как при серебрении. Отлагающаяся на вещах позолота также матовая, но она становится блестящей уже после самого легкого полирования. Для сообщения позолоченным вещам более приятного цвета их нередко тотчас же после просушки в древесных опилках, ранее полирования, подвергают еще *окончательной отделке* (mise en couleur), описанной выше.

Как известно, в продаже существует золото: четырех главных оттенков *натурально золотого*, *красноватого*, *зеленоватого* и *беловатого*. Первый свойствен чистому золоту; красноватый зависит от большей или меньшей примеси меди; зеленоватый от небольшой, а беловатый от значительной примеси серебра. Все эти оттенки легко

могут быть воспроизведены и при гальваническом золочении. Достигается это изменением состава или золотого раствора, или той пластинки, которая привешивается у анода.

Для *натурального золотого* цвета и раствор, и пластинка у анода, понятно, должны состоять из чистого золота, без примеси посторонних металлов. Таковы именно растворы, описанные выше.

Чтобы получить *красноватый оттенок*, в один из приведенных синеродистых растворов чистого золота прибавляют раствор синеродистой меди, который приготавливается таким образом: 1 ч. чистого медного купороса растворить в небольшом количестве перегнанной или дождевой воды и прибавлять в этот раствор понемногу крепкого раствора синеродистого калия до тех пор, пока образующийся сначала синевато-зеленый осадок снова не растворится. Чем больше прибавляется раствора меди, тем понятно, краснее будет позолота[1]. Той же цели можно достигнуть, растворяя в царской водке, при изготовлении хлорного золота, вместе с золотом известное количество меди.

Зеленоватый и *беловатый оттенки* получаются прибавлением в золотой раствор одного из синеродистых растворов серебра; для зеленоватого оттенка синеродистого раствора серебра нужно менее, а для беловатого более. Приятный зеленоватый оттенок попучаеся при золочении в следующем растворе. Приготовить золотой раствор из 5 ч. хлорного золота, 10 ч. синеродистого калия и 100 ч. воды. Примешивать к 10 ч. этого раствора 1 ч. серебряного раствора, полученного из $2^1/_2$ ч. азотнокислого серебра (ляписа), 10 ч. синеродистого калия и 100 ч. воды.

Но еще удобнее получить те же результаты соответственным изменением состава пластинки, прикрепляемой к аноду. Погрузив вещь в один из обыкновенных золотых растворов, дают ей сначала покрыться легким сплошным налетом чистого золота, т.е. привешивают на аноде сначала листик чистого золота; затем для красноватого оттенка листик золота у анода заменяют листиком красной меди, а для зеленоватого или беловатого оттенка листиком серебра; когда позолота примет желаемый оттенок, дальнейшее золочение продол-

---

[1] Так как для осаждения из раствора меди требуется более сильный, а для осаждения золота более слабый ток, то при одном и том же содержании меди в растворе золота можно усиливать или ослаблять красноту оттенка позолоты: для этого нужно только соответственно усиливать или ослаблять ток.

жают, привесив к аноду уже пластинку из соответствующего по цвету сплава золота с медью или серебром[1].

Если на вещи, подвергаемой золочению, известные места должны остаться непозолоченными, то их перед погружением вещи в ванну для золочения покрывают каким-либо лаком, противостоящим действию и раствора, и электричества, например *асфальтовым лаком* из 2 ч. асфальта и 1 ч. мастики, растворенных в чистом скипидаре или бензине. После золочения лак осторожно стирается или же растворяется бензином или скипидаром. Такие непозопоченные места чаще всего остаются на серебряных вещах.

Сведение золота с позолоченных вещей, как и сведение серебра с посеребрянных, удобнее всего производить при помощи гальванического тока: вещь погружают в 8—10 процентный раствор синеродистого калия и соединяют ее с анодом, на катоде же прикрепляют медную пластинку, слегка натертую жиром; золото, под влиянием гальванического тока, переходит с вещи на медную пластинку, от которой его потом не трудно отделить (для того именно медная пластинка и смазывается жиром).

От серебряных вещей золото отстает, если их, предварительно *накалив*, погрузить на мгновение в *холодную* разведенную серную кислоту. Иногда операцию приходится повторить несколько раз.

Наконец, свести золото с позолоченных серебряных, медных, мельхиоровых и т.п. вещей можно погружением их в следующий состав: 1000 ч. дымящейся серной кислоты, 150 ч. дымящейся соляной кислоты и 75 ч. дымящейся азотной кислоты. Состав следует подогревать все время, до тех пор, пока не растворится в нем все золото[2]. Но при этом необходимо, чтобы входящие в смесь кислоты были действительно самыми крепкими, так как при малейшей примеси воды в раствор переходит не только золото, но и металл, из которого сделана вещь.

---

[1] Вместо пластинки из сплава золота с медью или свребром к аноду можно прикреплять две пластинки — одну из золота и другую из меди или серебра; относительные размеры этих пластинок должны, конечно, соответствовать желаемому оттенку. Но неопытному работнику лучше употреблять пластинки из сплавов, так как по ним легче определить вперед цвет будущей позолоты.

[2] Золото, растворяясь, превращается в хлорное золото, из которого его легко добыть в металлическом виде испарением раствора до суха и затем прокаливанивм сухого остатка или же осаждением его из раствора солями других металлов, напримвр раствором железного купороса, причем золото оседает в виде тонкого бурого порошка.

ПОКРЫТИЕ ПЛАТИНОЙ

Платина обладает очень драгоценным качеством, а именно, она не окисляется ни от крепких кислот, ни в самом сильном жару. В платиновых сосудах можно не только сохранять, но и кипятить все кислоты, за исключением той смеси их, которая известна под названием царской водки. Но так как платиновые сосуды очень дороги, то было бы чрезвычайно важно заменять их сосудами из других тугоплавких металлов, преимущественно железными, покрытыми внутри непроницаемым слоем платины.

В этом именно и заключается главное значение гальванического платинирования, потому что для других целей оно применяется очень редко. Но, к сожалению, достаточно прочное гальваническое покрытие платиной именно железных сосудов до сих пор не вполне удавалось, так как отлагавшийся внутри этих сосудов платиновый слой обыкновенно не выдерживал кипячения в них серной кислоты: быстро портился и отставал.

Вот некоторые из употребляемых растворов для платинирования:

1) 1 ч. сухой хлорной платины[1], 20 ч. поваренной соли, 100 ч. дистиллированной воды и столько едкого натра, сколько нужно для получения ясной щелочной реакции;
2) 1 ч. хлорной платины, 2 ч. синеродистого калия и 100 ч. перегнанной воды;
3) 500 г ($1^1/_5$ фунта) лимонной кислоты растворить в 2 л воды; прибавить едкого натра до нейтрализации[2]. Разогреть до кипячения и, продолжая кипятить и постоянно мешая, всыпать двойной соли хлорной платины и аммиака, приготовленной из 75 г ($17^3/_5$ зол.) сухой хлорной платины[3]; когда соль эта вполне растворится, дать жидкости остыть, разбавить все водой до 5 л и прибавить 20—25 г ($4^3/_4$—$5^4/_5$ зол.) нашатыря.

---

[1] Хлорная платина приготавливается растворением платины в царской водке — совершенно так же, как хлорное золото; только царской водки для растворения платины требуется значительно больше.

[2] Т.е. до тех пор, пока синяя лакмусовая бумажка перестанет краснеть в растворе (но и красная лакмусовая бумажка не должна в нем синеть, так как это значило бы, что натра прибавлено слишком много).

[3] Для этого 75 грамм хлорной платины растворяют в перегнанной воде и полученный раствор вливают в раствор нашатыря в перегнанной воде, при этом образуется желтоватый осадок двойной соли хлорной платины и аммиака, дав отстояться, жидкость сливают, а осадок промывают хорошо водой и употребляют, как сказано

Операции при платинировании совершенно те же, что при золочении и серебрении. Ток требуется достаточно сильный и ванну с раствором следует нагревать, как при золочении; поверхность платиновой пластинки у анода[1] должна быть, по возможности, большой — больше поверхности вещей; проволоки, на которых прикрепляются вещи (у катода) и платиновая пластинка (у анода) — непременно платиновые. Железные, стальные и оловянные предметы перед платинированием следует покрыть медью.

Но вообще нужно заметить, что платинирование редко удается так же хорошо, как золочение или серебрение. Может быть потому, что до сих пор еще не придумано вполне подходящего раствора платины.

ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ПОКРЫТИЕ СМЕСЬЮ РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

Одно из преимуществ гальванического покрытия состоит именно в возможности покрывать вещи смесью различных металлов, подражая в этом отношении сплавам. Достигается это или приготовлением подходящих растворов из солей тех металлов, смесью которых желают покрыть, или же соответственным изменением состава пластинок, привешиваемых у анода.

Трудность заключается как в приготовлении растворов, так и в надлежащем регулировании силы тока. Для растворов необходимо употреблять такие соединения, которые взаимно не разлагались бы и, притом, содержали бы металлы в пропорции, соответствующей данному сплаву. Затруднения в регулировании силы тока обусловливаются тем, что различные металлы требуют для своего отложения ток неодинаковой силы, вследствие чего при недостаточном умении или ненадлежащей внимательности работающего отложение металлов из смеси становится неравномерным и в результате получается совсем не то, что ожидалось. Но все эти трудности преодолеваются практической опытностью настолько, что в настоящее время имеются такие образцы гальванического покрытия смесью различных металлов, которые на вид ничем не отличаются от сплавов этих металлов.

При описании способов золочения уже были приведены примеры покрытия смесью золота с медью или серебром для получения различных оттенков золота.

---

[1] Привешиваемую у анода пластинку из чистой платины можно заменять гальванически платинированной серебряной пластинкой

Подобным же образом можно изменять оттенки серебра при гальваническом серебрении, примешивая к серебряному раствору для зеленоватого оттенка немного синеродистой соли золота, а для красноватого — немного синеродистой соли меди; на самом деле такого рода видоизменение оттенков серебра применяется очень редко на том основании, что красивее всего именно белый цвет чистого серебра.

На практике чаще всего употребляется покрытие смесью металлов, сплавы которых образуют латунь (желтую медь) и бронзу, и в этом отношении достигнуты блестящие результаты. Покрываются обыкновенно дешевые вещи, отлитые или приготовленные другим способом из цинка, свинца или олова, реже железные или стальные вещи.

При умелом ведении операций покрытые вещи на вид ничем не отличаются от латунных или бронзовых. В настоящее время фабрикация таких вещей очень распространена; цинковые бронзированные, а иногда, кроме того, позолоченные канделябры, подсвечники, футляры для столовых часов и т.п. во множестве украшают столы, стены, камины. С виду отличить эти вещи от настоящей бронзы обыкновенно можно только по менее тщательной отделке деталей.

Покрытие латунью (желтой медью)

Латунь, или желтая медь есть, как известно, сплав меди с цинком в различных пропорциях. Отличают следующие главные сорта желтой меди.

Обыкновенная листовая желтая медь, состоящая из 64—70 ч. меди и 36—30 ч. цинка (изредка с случайной примесью 1—2% свинца).

Золотисто-желтая медь, служащая для отливки из нее вещей более или менее тонкой работы; она красивого золотистого цвета и состоит из сплава 80-88 ч. меди с 20—12 ч. цинка. В торговле известна под различными наименованиями: французской желтой меди, бристольской желтой меди, принцева металла (prince-metal), немецкого золота, симилора, хризорина и т.п. Прибавление в сплав небольшого количества свинца сообщает ему, после полирования, отблеск зеленоватого золота.

Красная латунь или *томпак* включает до 97 частей меди на 2—2$^1/_2$ ч. цинка и 1—$^1/_2$ ч. мышьяка; чтобы придать сплаву большую тягучесть, в него прибавляют немного свинца и олова[1]. После полирования имеет цвет красноватого золота.

---

1 Мышьяк, наоборот, сообщает сплаву хрупкость: чем больше мышьяка, тем более хрупок сплав.

Белая латунь, напротив того, очень богата цинком и бедна медью: около 90 ч. первого на 10 ч. последней[1]. Бледно-желтого, почти серебряного цвета; очень ломка и годится только для отливки мелких вещей, служащих не для употребления, а для украшения.

Существует множество других сортов латуни, отличающихся друг от друга и от приведенных сортов относительным содержанием меди и цинка. Все эти сорта могут быть более или менее точно воспроизведены гальванопластикой, для чего, как объяснено выше, пользуются, или особо приготовленными растворами, или же изменением состава пластинок у анода.

Вот некоторые из употребительных растворов для покрытия латунью:

1) в одном сосуде растворить в воде 25 г (6 зол.) уксуснокислой меди (ярь медянка) и к полученному раствору прибавлять постепенно нашатырный спирт до тех пор, пока образующийся сначала осадок снова не растворится и жидкость не станет прозрачной, красивого небесно-голубого цвета; после этого жидкость смешать с раствором $^1/_3$ кг (78 зол.) химически чистого поташа в небольшом количестве холодной воды. В другом сосуде раствор в воде 50 г ($11^3/_4$ зол.) цинкового купороса (сернокислого цинка) смешать с крепким раствором 20 г ($4^3/_4$ зол.) синеродистого калия. Жидкости обоих сосудов смешать и развести водой до 10 л (8 кружек);
2) в 1000 ч. воды растворить сначала 100 ч. синеродистого калия и 100 ч. углекислого аммония, а затем 12 ч. синеродистой меди и 6 ч. синеродистого цинка[2]. Раствор хорошо работает только при нагревании его не менее, чем до 60°С;
3) растворы из 1 ч. медного купороса в 4 ч. воды, 8 ч. цинкового купороса в 16 ч. воды и 18 ч. синеродистого калия в 36 ч. воды[3] смешать между собой, при этом образуется осадок (синеродистой меди и синеродистого цинка), для растворения которого прибавить достаточное количество синеродистого калия; затем все развести 250 ч. перегнанной воды.

---

[1] Существуют сплавы с еще большим преобладанием цинка: в металл Сорели, например, на 98% цинка приходится 1% меди и 1% железа.

[2] Синеродистые цинк и медь получаются, подобно синеродистому серебру, осаждением их синеродистым калием из растворов цинкового или медного купороса: подробности те же, что и при приготовлении синеродистого серебра.

[3] Вода для приготовлвния этих трех растворов должна быть горячей.

Цвет раствора для покрытия латунью ни в каком случае не должен быть голубым или зеленоватым; он скорее должен походить на цвет прозрачного светлого пива. Если раствор зеленоват или синеват, к нему следует прибавить (понемногу) крепкого раствора синеродистого калия — до тех пор, пока раствор не примет указанный пивной цвет. При этом нужно заметить, что большая часть свежеприготовленных растворов дает неудовлетворительные результаты; поэтому прежде, чем погружать в них вещи, подлежащие покрытию латунью, нужно или прокипятить их хорошо, или же заставить их предварительно поработать над негодными пробными предметами. Цинк отлагается сравнительно трудно, а потому ток вообще должен быть достаточно силен: нужен несколько Бунзеновских или соответственное им по силе число Даниелевских элементов.

Чтобы при одном и том же растворе отлагалось более меди, чем цинка, следует или увеличить в растворе содержание синеродистого калия, или нагреть больше ванну, или, наконец, несколько ослабить ток; для увеличения отложения цинка, нужно или, наоборот, усилить ток и уменьшить температуру ванны, или прибавить в раствор немного углекислого аммония.

Но удобнее всего приготовить надлежащий раствор при помощи самого же гальванического тока. Для этого поступают так. Наливают в ванну крепкого раствора синеродистого калия; опускают в него с одной стороны медную пластинку, соединенную с анодом батареи из 2—3 элементов Даниеля, а с другой — пробную пластинку из какого-либо другого металла, соединенную с катодом батареи. Под влиянием тока медь пластинки у анода превращается в синеродистую медь, растворяется в растворе синеродистого калия и отлагается снова в металлическом виде на пробной пластинке у катода. Как скоро отложение это ясно обнаруживается, медную пластинку у анода заменяют цинковой пластинкой. Цинк также растворяется в растворе синеродистого калия, и на пробной пластинке у катода начинает отлагаться уже смесь меди с цинком, т.е. латунь. Когда вследствие этого пробная пластинка у катода получит характерный латунный цвет, раствор готов. Тогда у анода, на место цинковой пластинки привешивают латунную пластинку (соответствующего состава), а у катода на место пробной пластинки — ту вещь, которую нужно покрыть латунью.

Точно так же, заменяя у анода медную пластинку цинковой, можно превратить всякий готовый медный раствор в раствор для покрытия латунью, притом любого цвета и желаемого содержания цинка и меди.

При помощи же подходящей и своевременной замены у анода латунной или медной пластинки цинковой или наоборот всякий латунный раствор в руках опытного работника может отлагать латунь самых разнообразных оттенков.

Вещи, которые должны быть покрыты латунью, понятно, всегда прикрепляются к катоду батареи (см. п. 3 общих правил). По временам их следует вынимать из ванны, старательно перетирать щеткой с порошком винного камня и, промыв хорошо водой, снова погружать в ванну. Относительно перевертывания вещей в ванне и колебательного движения их или раствора ванны соблюдать сказанное в разделе "*Покрытие серебром*". По окончании операции вещи обрабатываются так же, как и после покрытия медью.

Покрытие бронзой

Бронзой называется сплав меди с оловом, обыкновенно впрочем, с некоторой примесью других металлов, чаще всего цинка и свинца, реже железа, марганца и никеля. Но только в пушечной и колокольной бронзе содержание олова значительно (в первой до 9—10, а во второй до 22%); в той же бронзе, которая употребляется для отливки различных произведений искусства, олова заключается или не более, чем цинка и свинца, или, что чаще, гораздо менее, чем цинка[1]. Практически такая бронза отличается от латуни только значительным преобладанием меди над цинком, чем собственно и обусловливается более темный — красноватый цвет ее с латунью.

Поэтому гальваническое покрытие бронзой (бронзирование) в большинстве случаев сводится к покрытию золотисто-желтой или красноватой латунью, т.е. латунью с более или менее значительным преобладанием меди над цинком. Соответственно этому и в растворах для покрытия бронзой меди должно быть больше, чем цинка. Для этого может служить и какой-либо из растворов, показанных выше; но употреблять его следует очень нагретым на том основании, что при более высокой температуре ванны меди отлагается более, а цинка менее. Чтобы бронзирование происходило быстро, ток требуется сильный.

Тех же или еще лучших результатов и притом с большим удобством знающий дело специалист может достигнуть надлежащим и своевременным замещением у анода цинковой пластинки медной и

[1] Например, в бронзе, которая предназначается для позолоты, на 82 ч. меди приходится 18 ч. цинка, от 1 до 3 ч олова и столько же свинца.

наоборот; при этом способе для бронзирования (как и для покрытия латунью) может служить всякий латунный или медный раствор.

Но существуют растворы и для покрытия настоящей бронзой, в состав которых вместе с медью входить и олово. Приводим два таких раствора:

1) в 500 частях воды растворить 32 ч. медного купороса и 64 ч. синеродистого калия; полученный раствор смешать с раствором 4—5 частей хлористого олова в щелоке едкого калия;
2) 70 ч. медного купороса растворить в 1000 ч. воды и затем прибавить раствор 8 ч. хлористого олова в щелоке едкого калия.

При употреблении названных растворов к аноду привешивается литая бронзовая пластинка. Растворы действуют и при обыкновенной комнатной температуре, но только до тех пор, пока они свежи; устарев, они покрывают уже не бронзой, а чистой медью.

Вещи, бронзированные при помощи этих растворов, не только имеют вид настоящей бронзы, но и подобно ей могут со временем покрываться голубовато-зеленой *патиной*[1].

ЧАСТИЧНОЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ПОКРЫТИЕ

Ниэлло и инкрустации

Если известные места поверхности металлической вещи перед погружением последней в раствор для гальванизации покрыть лаком, недоступным действию раствора и плохо проводящим электричество, то эти места, останутся свободным от отложений покрывающего металла. Таким образом, когда по окончании гальванизации лак будет удален, одни части вещи (именно те, которые были под лаком) окажутся сохранившими прежнюю металлическую поверхность, например медную, а другие (не бывшие под лаком) покрытыми слоем другого металла, например серебра.

[1] Название патина применяется к бронзовым изделиям, поверхность которых под влиянием воздуха, сырости и пр., покрылась окислами или цветными солями металла (меди) и вследствие этого приняла особое окрашивание. Высоко ценимая патина древних бронзовых вещей (patina antica) имеет блестящий зеленый, реже темно-зеленый, а в некоторых случаях черный или синий цвет В настоящее время патину довольно легко производить искусственно (см. раздел “Металлохромия”).

Можно идти и далее в этом направлении: по окончании гальванизации в растворе одного металла, положим — серебра, не стирая лака с места смазанных им ранее, покрыть им еще некоторые из только что посеребренных мест и подвергнуть вещь новой гальванизации в растворе другого металла, например золота; в результате на медном фоне получатся серебряные и золотые узоры. Вместо золота часть посеребренных мест при помощи гальванического же тока, можно покрыть чернью (см. раздел "*Металлохромия*") или одни из них золотом, а другие чернью.

Вообще, поступая описанным образом, можно воспроизводить на поверхности вещи самые разнообразные узоры — по форме и по цвету.

Искусство этого рода применялось уже в пятнадцатом веке в Италии (во Флоренции), где оно было известно под названием Niello, сохранившемся за ним и по сие время. Но до открытия гальванопластики ниэлло производилось исключительно механическим способом, который, впрочем, еще очень часто употребляется и теперь.

Обыкновенно подобными узорами украшаются медные, бронзовые, серебряные или посеребренные вещи: медные и бронзовые серебряными, а серебряные золотыми узорами.

Как предохранительный лак можно рекомендовать раствор асфальта и мастики[1] в скипидаре (или бензине): 2 ч. хорошего асфальта сплавляют, постоянно мешая, с 1 ч. порошка чистой мастики; полученную хрупкую (после остывания) массу хранят и для употребления нагревают с таким количеством скипидара, чтобы образовалась жидкая черная масса. При помощи кисти этой массой покрывают нужные места вещи; когда лак просохнет (довольно скоро), вещь погружают в раствор для гальванизации. Если гальванизация производится в горячем или даже кипящем растворе, то к лаку из асфальта и мастики примешивают немного даммарового лака или, еще лучше, разведенного спиртом копаллового лака[2].

По окончании гальванизации лак или счищается щеткой, или же смывается скипидаром, спиртом или бензином; затем вещь обрабатывается и полируется, как обыкновенно.

---

[1] Мастика существует в продаже в виде прозрачных стекловидных беловатых (иногда желтоватых) зерен, растворимых в спирте, скипидаре и бензине.

[2] См. статью "Лаки" в "Иллюстр словаре практических сведений" д-ра Л.Симонова

Так называемые инкрустации отличаются от ниэлло только тем, что при них узорчатое отложение покрывающего металла производится в углубления, выгравированные на поверхности вещи. Прежде инкрустации эти всегда производились только механическим путем — вдавливанием в углубления частичек того металла, которым желали инкрустировать. В настоящее же время механическую инкрустацию все чаще и чаще заменяют более удобной инкрустацией при помощи гальванического тока.

Чаще всего инкрустируются серебром или золотом медные или брочзовые вещи (bronzes incrustes). Поступать для этого лучше всего таким образом.

При помощи кисти, нарисовать на поверхности вещи гуашью[1] те узоры, которые фантазия художника найдет подходящими для данного случая[2]. Затем покрыть предохранительным лаком все части поверхности, не окрашенные гуашью, и, соединив вещь с анодом гальванической батареи, погрузить ее в ванну, наполненную очень разведенной азотной кислотой. Когда и катод батареи будет погружен в ванну, азотная кислота под влиянием тока растворяет гуашь и разъедает постепенно бывшие под ней части поверхности. Когда от этого разъедания кислотой образуются *достаточно углубленные узоры*[3], вещь вынимают, хорошо промывают в воде и, соединив ее с катодом (а не анодом) батареи, погружают в слабый раствор для серебрения или золочения[4], поступая при этом, как объяснено выше. По истечении известного времени углубления узоров заполняются серебром или золотом; вещь удаляется из ванны, освобождается от лака, промывается, просушивается и полируется.

[1] Гуашью называются непрозрачные краски, растертые на жидком растворе гуммиарабика. Основной для всех их служат белила (цинковые или свинцовые), с которыми для получения других цветов, кроме белого, смешиваются различные цветные краски. В продаже существует, главным образом, именно белая гуашь, для окрашивания которой в другие цвета художник употребляет обыкновенные акварельные краски.

[2] За неимением гуаши можно употребить свинцовые белила, растертые на очень жидком растворе гуммиарабика (или даже просто на воде).

[3] Лучший руководитель в этом отношении — опыт.

[4] Показанные выше серебряные или золотые растворы должны быть для этой цели несколько разведены водой.

МЕТАЛЛОХРОМИЯ

ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

Металлохромия в переводе значит окрашивание металлов Но под этим термином разумеют не обыкновенное механическое окрашивание различными красками, а только то окрашивание, которое вызывается чисто химическим или гальваническим путем. В обширном значении слова сюда можно отнести и всякое покрытие одних металлов другими при помощи электричества или различных химических составов, например гальваническое или чисто химическое серебрение и золочение меди, латуни, бронзы и других металлов погружением их в растворы солей серебра или золота. Еще с большим основанием можно отнести к металлохромии те изменения в цвете металлов, отлагаемых гальванических путем, которые производятся или прибавлением в растворы для гальванизации солей других металлов, или же изменением состава металлических пластинок, прикрепляемых к аноду батареи (таким именно путем достигаются изменения в цвете отлагаемых гальваническим путем золота, серебра, меди и пр.). Но в более употребительном смысле металлохромией называют только такое химическое или гальваническое окрашивание металлов, которое придает их поверхности особый цвет, несвойственный ни одному из известных металлов.

Существуют два главные вида такого окрашивания, резко отличающиеся друг от друга как характером окраски, так и способами ее получения.

К первому виду относится окраска в коричневый, черный, красноватый, зеленоватый или вообще какой-либо *однообразный* цвет; достигается она обыкновенно образованием и отложением на поверхности металла окислов, основных солей, сернистых соединений того же или другого металла. Окраска этого рода производится не только для украшение, но и для лучшей защиты металла от окисляющего влияния окружающей атмосферы. Предохранительное значение подобной окраски столь велико, что иногда она делается единственно с этой целью; таково, например, искусственное покрытие железа красной окисью этого металла (см. ниже).

Второй вид окраски характеризуется радужными отливами, так называемыми цветными кольцами Нобили[1], и вызывается отложением на поверхности окрашиваемого металла тончайшего слоя известных металлов или некоторых из их соединений. Зависит радужное окрашивание от интерференции отраженных лучей света, производимой именно только очень тонкими прозрачными пластинками или слоями (явление то же, что замечается на мыльных пузырях, перламутре и т.п.).

Перед той или другой окраской вещи должны быть, понятно, очищены надлежащим образом, т.е. совершенно так же, как и для покрытия металлами.

ОДНООБРАЗНАЯ ОКРАСКА

Окрашиваются таким образом чаще всего медные и бронзовые вещи, реже цинковые и железные. Серебряные и посеребренные вещи окрашиваются нередко, но обыкновенно не сплошь, а только местами — в виде *черни, инкрустаций* и т.п.

Окрашивание медных, латунных и бронзовых вещей

Медные и бронзовые вещи могут быть окрашены образованием на их поверхности закиси или окиси меди, сернистой или углекислой меди. Закись меди, как известно, имеет красный, а окись черный цвет, производя на поверхности вещей образование закиси и окиси меди в известных пропорциях, получают различные оттенки коричневого цвета. Этим последним цветом как наиболее красивым чаще всего и окрашиваются медные вещи. Сернистая медь также дает черное и реже коричневое окрашивание, а углекислая медь — зеленое, так называемую *патину* (см. ниже). Но медные вещи могут быть окрашены и отложением на их поверхности соединений других металлов, например сернистого висмута или сернистой ртути.

Вещи из других металлов, покрытые достаточно толстым слоем меди, окрашиваются, как медные.

Коричневое окрашивание

Окраска в красивый и прочный *красновато-коричневый* цвет поверхности простых медных вещей, например наружной поверхнос-

[1] По имени Nobili, изобретшего именно этот способ окрашивания в 1826 г. Но само явление (под названием колец Ньютона) изввстно уже со врвмен Ньютона.

ти кастрюли, кофейника и т.п., производится следующим образом состав: 4 ч. уксуснокислой меди (ярь медянка), 4 ч. крокуса и 1 ч. обрезков рога хорошо растолочь и смешать с таким количеством уксуса, чтобы образовалась кашица. Обмазав поверхность вещи этим составом и дав подсохнуть, вещь нагревают до тех пор, пока состав не почернеет; после этого его смывают и вещь полируют — получается красивое красновато-коричневое окрашивание.

Если желают, чтобы цвет окраски был более темный — *каштановый*, то к приведенной смеси прибавляют 1 ч. порошка медного купороса; для более светлого, желтоватого (похожего на бронзу) окрашивания вместо медного купороса примешивают $^1/_2$—1 ч. буры.

Художественные медные изделия, например статуэтки, медали и т.п., лучше всего окрашиваются одним из следующих трех способов:

1) 32 ч. уксуснокислой меди в порошке, $30^3/_4$ ч. толченого нашатыря и 1 ч. крепкого уксуса прокипятить с 20 ч. воды. После кипячения дать отстояться и осторожно слить с осадка прозрачный раствор, в который и погрузить вещи на $^1/_4$ ч;

2) смешать 5 ч. уксуснокислой меди (кристаллической), 7 ч. нашатыря, 3 ч. уксусной кислоты и 85 ч. воды. Сильно нагретую над огнем древесных углей медную вещь погрузить в раствор; когда вещь окрасится, вынув, промыть, просушить и натереть раствором 1 ч. воска в 4 ч. скипидара;

3) 2 ч. нашатыря, 1 ч. поваренной соли, 1 ч. селитры, 1 ч. крепкого нашатырного спирта вскипятить с 96 ч. крепкого уксуса и в кипящий раствор погрузить вещи, держа их там до тех пор, пока они не окрасятся надлежащим образом. Вынув, промыть сначала в горячем растворе нашатыря в воде, а затем в кипящей воде.

Если вещи неудобно погружать в растворы, то их можно смазывать губкой, смоченной этими растворами; но смазывать нужно равномерно и, главное, *быстро*: иначе окрашивание может оказаться пятнистым.

Смазывать вещи можно также жидкой кашицей, приготовленной из 2 ч. уксуснокислой меди, 2 ч. киновари и 5 ч. нашатыря, смешанных с нужным количеством уксуса. Смазанные вещи нагреваются, промываются и просушиваются; опять смазываются, нагреваются и пр. и так несколько раз — до тех пор, пока окрашивание не примет желаемый оттенок.

Для окрашивания в коричневый цвет вещей из настоящей бронзы (т.е. из сплава меди с оловом) лучше употреблять один из следующих способов:

1) готовят состав из 4 ч. нашатыря, 1 ч. щавелевокислого калия и 200 ч. уксуса. Вещи смазывают этим составом, дают высохнуть и повторяют операции до тех пор, пока они не приобретают желаемый оттенок. Остающийся на вещах после операции довольно резкий металлический глянец скоро пропадает, и они получают именно ту приятную мягкую коричневатую окраску, которая при обыкновенных условиях образуется на бронзе только по истечении нескольких лет;

2) готовят состав из 1 ч. кристаллической уксуснокислой меди, 2 ч. нашатыря и 260 ч. воды. Смазав поверхность вещи этим составом, сушат ее над огнем до тех пор, пока не начнет исчезать зеленое окрашивание. Разбавляют приведенный состав еще 340 ч. воды и таким разведенным раствором[1] смазывают вещь еще от 10 до 20 раз, каждый раз просушивая ее над огнем. После первых смазываний окраска имеет оливково-зеленый цвет, но затем постепенно принимает все более и более приятный коричневый оттенок, не исчезающий даже от очень сильного нагревания вещи.

Медные, латунные и бронзовые вещи можно также окрашивать в очень красивый коричневый цвет при помощи раствора висмута в крепкой азотной кислоте: вещи после погружения в этот раствор надо держать над огнем до тех пор, пока не получится желаемое коричневое окрашивание.

Черное и серое окрашивание

Обыкновенно, как чисто черное, так и серое окрашивание получается образованием на поверхности вещи или окиси меди, или сернистой меди. Но оба эти окрашивания могут быть достигнуты и отложением сернистых соединений других металлов — свинца, висмута, ртути и т.п. Будет ли окрашивание вполне черным белым или светло-черным, т.е. серым, зависит как от состава, вызывающего окраску, так и от времени действия последнего.

---

[1] Этот разведенный состав можно приготовить отдельно: 1 ч. кристаллической уксуснокислой меди, 2 ч. нашатыря и 600 ч. воды. Это даже нвобходимо, если имеется ввиду последоeательно оперировать над многими вещами.

Для образования на поверхности вещей черной *окиси меди* подогретую вещь погружают на несколько секунд в раствор меди в избытке азотной кислоты и затем держат ее над огнем древесных углей до тех пор, пока поверхность ее не начнет чернеть. Чтобы получить равномерную и достаточно густую черную окраску, операцию повторяют несколько раз[1]. По окончании окрашивания вещь перетирают тряпочкой, смоченной маслом. Таким именно образом обыкновенно чернятся оптические инструменты.

Для латуни и бронзы можно употреблять и следующий раствор: 2 части мышьяковой кислоты[2], 4 ч. соляной кислоты, 1 ч. серной кислоты и 80 ч. воды[3]. Вещь погружают в раствор, подогретый до 50°С, и во время погружения прикасаются к ней цинковой палочкой.

Для окрашивания *сернистой медью* или другими сернистыми металлами служат растворы известных сернистых соединений и некоторых серноватистокислых солей. Из первых чаще всего употребляются серная печень и соль Шлиппе[4], а из последних — двойная соль серноватистокислого натра и свинца.

Раствор соли Шлиппе в воде употребляется кипящим и должен быть свежеприготовлен[5]. Раствор в воде серной печени предварительно нагревается и подкисляется несколькими каплями уксуса. Хорошо очищенные вещи погружают в тот или другой раствор и оставляют в нем до тех пор, пока они не примут желаемую черную окраску (скоро).

---

[1] Иначе окраска будет не вполне черная, а именно — сероватая.

[2] Не следует смешивать мышьяковую кислоту (acidum arsenicicum) с более употребительной в практике мышьяковистой кислотой (acidum arsenicosum), известной под названием мышьяка, или белого мышьяка. Мышьяковую кислоту в этом составе можно заменить треххлористой сурьмой, известной в аптеках под названием Butyrum antimonii (сурьмяное масло).

[3] Мышьяковую кислоту в этом составе можно заменить треххлористой сурьмой, известной в аптеках под названием Butyrum antimonii (сурьмяное масло).

[4] Оба препарата существуют в продаже. Серная печень (hepar sulfuris) получается кипячением раствора едкого калия с избытком серы (серного цвета) и представляет собой смесь многосернистых соединений калия с серно- и серноватистокислыми солями калия; продается в виде желтовато-зеленого порошка, пахнущего гнилыми яйцами противного горько кисловатого вкуса; хорошо растворяется в воде и спирте, на воздухе притягивает влагу и легко разлагается. Соль Шлиппе есть двойная соль пятисернистой сурьмы (известной в аптеках под названием sulfur auratum antimonii) и сернистого натрия; желтоватые кристаллы соли легко растворимы в воде и на воздухе скоро разлагаются (буреют), а потому сохранять их следует под спиртом, в котором они нерастворимы.

[5] Раствор должен быть свежеприготовлен, потому что соль Шлиппе и в растворе быстро разлагается на воздухе.

Очень хорошее окрашивание дает следующий раствор двойной соли серноватистокислого натра и свинца: 45 г ($10^1/_2$ зол.) свинцового сахара[1] растворить в $^3/_4$ л (3/5 кружки) воды, а 150 г (35 зол.) серноватистокислого натра в $1^1/_2$ л воды; оба раствора смешать и нагревать до 85—93°С. Поверхность вещи, погруженной в раствор, очень быстро покрывается слоем сернистого свинца; цвет этого слоя по мере утолщения меняется и под конец становится очень красивым металлически серым.

Целую шкалу окрашивания, от приятно серого до глубокого черного цвета, можно получить, погружая вещи сначала в раствор азотнокислой ртути[2] и затем, хорошо промыв, в раствор соли Шлиппе или серной печени, причем на поверхности вещи образуется налет сернистой ртути. Чем крепче употребляемый раствор азотнокислой ртути, тем толще налет и тем темнее окрашивание; но и при очень разведенном растворе азотнокислой ртути можно достигать очень темного окрашивания, если операцию повторить несколько раз.

Подобным же образом получается черное окрашивание сернистым висмутом. Для этого стоит только вещь, окрашенную, как объяснено выше, азотнокислым раствором висмута в коричневый цвет, погрузить еще горячей в крепкий раствор серной печени — коричневый цвет быстро переходит в черный.

Зеленое окрашивание патина

То красивое малахитовое или синевато-зеленое окрашивание, которым обладают древние бронзовые изделия, происходит под влиянием очень продолжительного действия на них или влажной атмосферы, или влажной же почвы. Химическое исследование показало, что причина появления *настоящей патины* (patina antica, verde antico, aerugo nobilis) заключается в образовании на поверхности меди или бронзы более или менее толстого слоя углекислой меди, т.е. той самой соли, из которой состоит малахит. Настоящая патина тождествена малахиту не только по составу и виду, но и по самому происхождению.

В обоих случаях под влиянием продолжительного действия влажности, кислорода и углекислого газа на поверхности меди образуется сначала медная закись, которая затем превращается в окись,

---

[1] Свинцовый сахар есть средний уксуснокислый свинец (plumbum aceticum).

[2] Приготовляется как показано в разделе “Золочение” при покрытии погружением в растворы солей, золота, серебра или платины.

а последняя, в свою очередь, постепенно переходит в основную углекислую медь. Все эти последовательные превращения можно найти как в древней бронзе, так и в некоторых кусках малахита. Под зеленым слоем патины в древних бронзовых изделиях оказываются кристаллы закиси меди, нередко пронизывающие их почти сплошь до самого центра. Точно также встречаются куски малахита, более или менее толстый слой поверхности которых состоит из основной углекислой меди; за последней следуют кристаллы закиси меди, а внутри — зерно чистой металлической меди.

Окрасить искусственно в зеленый цвет поверхность медных, латунных или бронзовых вещей можно различными способами.

1) Поверхность вещей при помощи губки смазывают сначала очень разведенным раствором азотнокислой меди с прибавкой небольшого количества поваренной соли; затем, когда вещь просохнет, ее точно таким же образом смазывают раствором 1 части щавелевокислого калия и 5 ч. нашатыря в 94 ч. слабого уксуса; снова дают просохнуть и опять смазывают первым раствором; потом по просыхании опять вторым раствором и т.д. попеременно обоими растворами — до тех пор, пока окрашивание не приобретет надлежащую силу. Намоченную в растворе губку перед смазыванием следует сильно выжать так, чтобы она была влажна, но не мокра. По окончании окраски поверхность вещи тщательно растирают жесткими волосяными щетками, особенно в углублениях и щелях. После 8—14 дней работы получается буровато-зеленоватое окрашивание, имеющее некоторое сходство с настоящей патиной.
2) Вместо растворов, указанных в п. 1, для смазывания можно употреблять раствор 1 ч. нашатыря, 6 ч. поваренной соли и 3 ч. кремортартара в 12 ч. горячей воды; к этому раствору для получения более красновато-коричневого окрашивания прибавляют азотнокислой меди, для оливково-зеленого — виннокислой меди и для синевато-зеленого — уксуснокислой меди. Само смазывание производится точно так же, как и при способе 1.
3) Вещи в несколько приемов натирают шерстяной тряпочкой, пропитанной неочищенной олеиновой кислотой[1] и перед натиранием сильно выжатой. На поверхности вещей образуется сначала темно-зеленый слой олеиновокислой меди, которая под влиянием кислорода и влаги воздуха постепенно превращается в более

[1] Используется в том виде, в котором она получается на стеариновых заводах.

светло-зеленую углекислую медь. Процесс ускоряется, если олеиновую кислоту предварительно довольно долго настаивать на тонких ленточках или стружках меди[1], а вещи после каждого смазывания такой кислотой, по просыхании смазки, *слегка* (за 1 раз не более нескольких капель) опрыскивать (через пульверизатор) водным раствором углекислого аммония.

Но чтобы искусственно получить зеленое окрашивание, очень схожее с настоящей патиной, нужно, по возможности, процесс, при котором совершается естественное образование патины и малахита, т.е. создать условия, вызывающие медленное и постепенное образование на поверхности вещей углекислой меди.

Для этого вещи переносят в помещения с равномерной, умеренно теплой атмосферой, богатой влагой и углекислым газом; оставляют их здесь на более или менее продолжительное время, смачивая их поверхность ежедневно не менее двух или трех раз 1—2-процентным раствором уксусной кислоты в воде (или уксусом, разведенным 4—5 ч. воды). Очень удобны для этой цели бродильные камеры на водочных заводах, так как в воздухе здесь всегда содержится много углекислого газа.

Если нет подобных готовых помещений, то устраивают специальные камеры соответствующих размеров и, по возможности, с малопроницаемыми стенами и плотно запираюшимися дверями[2]. Для постоянного образования углекислого газа на пол такой камеры ставят сосуд с размельченным известняком или мелом, а вверху, над этим сосудом, укрепляют другой, меньший, из которого на мел или известняк непрерывно и равномерно капает соляная кислота[3]. Смачивание разведенным раствором уксусной кислоты мелких вещей производится погружением их в раствор, а крупных — или опрыскиванием при помощи пульверизатора (на некотором расстоянии), или же поливанием сверху в виде мелкого дождя[4]. Смачивать таким образом надо не ме-

---

[1] После этого в кислоте содержится уже готовая олеиновокислая медь.

[2] Для небольших вещей плотно сколоченные ящики.

[3] Под влиянием кислоты углекислая известь (мел или известняк) превращается в хлористый кальций, а освобожденный углекислый газ распространяется в камере.

[4] Последний способ смачивания особенно пригоден для статуй, так как при нем на месте стоков раствора внизу образуется более толстый слой патины, что делает ее еще более сходной с настоящей естественной патиной.

нее двух раз в сутки[1]. Когда зеленый налет на поверхности вещи становится заметным, раствор уксусной кислоты для смачивания можно еще более развести водой или даже заменить простой водой.

Для образования надлежащего слоя патины необходимо продолжать описанную обработку от 2 до 4—5 и более недель. Чем бронза богаче медью, чем кислее раствор для смачивания и чем выше температура камеры, тем скорее совершается процесс. Но патина вообще тем лучше и тем более походит на естественную, чем медленнее происходит ее образование.

Перед началом операции с вещей должны быть удалены малейшие следы жира (даже те, которые могут остаться от прикосновения руками), для чего мелкие вещи погружают в *слабый* калийный щелок, а большие поливают *крепким* щелоком. Затем вещи, конечно, хорошенько промывают и стараются, по возможности, уже более не прикасаться к ним голыми руками.

Окрашивание в различные цвета мелких латунных вещей

Мелкие латунные вещи, например пуговицы, замочки, пряжки и т.п., могут быть окрашены: в *золотисто-желтый* цвет — погружением их (на медной проволоке) в нейтральный раствор уксуснокислой меди[2]; в *красновато-золотистый* цвет — натиранием смесью из 4 ч. промытого мела (в порошке), 1 ч. сусального золота[3], смоченной водой до консистенции кашицы; в матовый *серовато-зеленый* — повторенным смазыванием очень разведенным раствором в воде хлористой (двухлористой) меди; *фиолетовый* — смазыванием сильно нагретой вещи шариком ваты, пропитанным сурьмяным маслом[4].

---

[1] При очень небольших камерах смачивание ввещей иногда заменяют ежедневным испарением в камере около $^1/_2$ л уксуса и поливанием пола водой. Но смачивание действует вернее.

[2] Раствор должен быть вполне нейтральным, т.е. не изменять цвета ни красной, ни синей лакмусовой бумаги. Нейтрализацию его, в случае нужды, производить, как указано выше, употребляя, однако, вместо лимонной кислоты уксусную.

[3] Сусальное золото есть ничто иное, как серное (двусернистое) олово; оно похоже цветом на настоящее золото и, подобно последнему, не изменяется от атмосферных влияний.

[4] Сурьмяное масло (butyrum antimonii) есть неочищенная трехxлористая сурьма. Получается это масло таким образом: мелкий порошок трехсернистой сурьмы (известной под названием антимония или сурьмяного блеска) кипятят с крепкой соляной кислотой (трехсернистая сурьма должна быть в избытке до тех пор, пока не перестанут отделяться пузырьки сероводорода). Дают отстояться жидкость сливают с осадка в фарфоровую чашку и сильно нагревают ее (до 200°С) в течение около $^1/_4$ часа, посля чего в чашке остается маслообразная масса — сурьмяное масло. Имвется готовое в аптеках.

Окрашивание цинковых вещей

Окрашивание цинковых вещей в различные цвета бронзы в настоящее время в большом употреблении на том основании, что цинк гораздо дешевле меди или бронзы, а при надлежащей окраске вещи из него получают вид настоящей бронзы.

Если цинковые вещи предварительно покрыть гальванически достаточно толстым слоем меди, то их можно окрашивать в те же цвета и теми же способами, что медные или бронзовые; но растворы следует употреблять значительно более разведенные водой, так как крепкие растворы могут проесть медный налет насквозь. Лучшее окрашивание цинка достигается именно этим путем. Но можно окрашивать цинковые вещи и без предварительного покрытия их медью. В таком случае поверхность их следует перед окрашиванием потереть стеклянной или наждачной бумагой, потому что к остающимся после этого шереховатостям окраска пристает гораздо крепче.

Окрашивание в коричневые цвета

Повторенным смазыванием[1] раствором 4 ч. уксуснокислой меди в 11 ч. уксуса производят *коричневое окрашивание*.

Если вещи смазать сначала раствором 1 ч. медного и 1 ч. железного купороса в 20 ч. воды, а затем, по просыхании, раствором 4 ч. уксуснокислой меди в 11 ч. уксуса и по окончании операции отполировать крокусом, — поверхность вещей принимает очень приятный *бронзовый цвет*.

Смазав вещи несколько раз слабым раствором в воде хлористой (двухлористой) меди и затем нагрев и протерев их щеткой, получают *тем более темное коричневое окрашивание*, чем крепче употреблялся раствор или чем большее число раз повторялось смазывание. После достаточного числа повторений коричневый цвет переходить в *почти черный*.

Если к раствору хлористой меди прибавить столько нашатырного спирта, сколько нужно, чтобы образующийся сначала осадок снова растворился, то от повторенного смазывания такой жидкостью вещи окрашиваются в красно-медный цвет. Примешав же к указанной жидкости немного уксуса, придают окраске *желто-коричневый цвет*.

Очень красивое *коричневое окрашивание* достигается при помощи следующего состава: 15 ч. медного купороса и 20 ч. прокален-

[1] Каждый раз после полного просыхания предыдущей смазки.

ной соды тщательно растирают сначала с 70 ч. глицерина и затем постепенно (понемногу прибавляя) с 80 ч. промытой трубочной глины. Обмазывают составом вещь; по истечении 2 ч состав, еще не успевший высохнуть, смывают водой; вещь просушивают и протирают мягкой шерстяной тряпочкой.

Не менее красивое *коричнево-бронзовое* окрашивание дает раствор 15 ч. хромовых квасцов и 15 ч. серноватистокислого натра в 500 ч. кипящей воды; по остывании в раствор примешивают 25 ч. серной кислоты; профильтровывают его и, нагрев до 65—80°С (т.е. не до кипения), погружают в него вещи и держат их в нем (передвигая) до тех пор, пока они примут желаемый цвет. Вынув, вещи промывают и просушивают.

Мелкие цинковые вещи могут быть окрашены в коричнево-бронзовый цвет погружением их в некрепкий раствор медного купороса, подкисленный уксусом. После погружения вещи просушивают на воздухе и повторяют погружение (каждый раз просушивая) до тех пор, пока окраска не примет желаемый оттенок. Чем слабее медный раствор и чем поэтому чаще приходится повторять погружение, тем окраска красивее и прочнее.

Окрашивание в зеленый цвет

Для зеленого окрашивания 50 ч. серноватистокислого натра надо растворить в 500 ч. кипящей воды, прибавить 25 ч. серной кислоты и профильтровать (для отделения осевшей серы). Погрузить в раствор цинковые вещи, которые очень быстро покрываются светло-зеленым налетом; если держать вещи в растворе дольше, то светло-зеленый цвет переходить в темно-зеленый.

Но лучше всего для такого рода окраски покрыть вещи предварительно медью и затем поступать с ними, как с медными.

Окрашивание железных и стальных вещей

Если железную вещь, предварительно вполне очищенную, сильно раскалить между древесными углями или в тигле и на раскаленную направить струю горячего (лучше *перегретого*) пара, то поверхность вещи быстро покрывается сплошным *буро-красным слоем* микроскопических кристаллов окиси железа, сидящих стопь крепко, что удалить их можно только напилком. Этот слой окиси, при достаточной толщине, вполне предохраняет железо от окисления;

обыкновенно с этой целью его только и производят, так как украшением он ни в каком случае служить не может[1].

Еще легче можно достигнуть того же самого результата, покрывая поверхность железной вещи, например железного листа (предварительно очищенного), тестом из порошка березового угля с водой и, когда тесто подсохнет, подвергая вещь в течение 5—6 ч накаливанию в печи, топимой дровами[2]. Покрывающий поверхность вещи слой березового угля должен быть равномерно сплошным, без промежутков, так как на обнаженных местах окисление не ограничивается одной поверхностью и проникает вглубь.

Но, как уже было сказано, такого рода покрытие употребляется только для предохранения железа от ржавчины, а не для украшения.

С целью украшения (а также и для предохранения от ржавчины) железные и стальные вещи *воронят*, т.е. при помощи известных составов сообщают им различные оттенки коричневого цвета[3].

Обыкновенно для воронения употребляется сурьмяное масло (butyrum antimonii), растертое с оливковым маслом. Этой смесью посредством шерстяной тряпочки, натирают поверхность железной или стальной вещи. Когда через сутки после первого натирания поверхность покроется ржавчиной, ее натирают тем же составом во второй раз, потом в третий раз и так продолжают до тех пор, пока не получится желаемое окрашивание — от светло до темнокоричневого цвета, смотря по числу натираний. Обусловливается это окрашивание отложением на поверхности вещей окиси железа и металлической сурьмы.

Ружейные стволы воронятся следующими двумя растворами: *а)* 2 ч. дымящейся азотной кислоты и 98 ч. воды; *б)* 1 ч. азотнокислого серебра (ляписа) и 99 ч. воды. Прежде всего ружейный ствол в несколько приемов смазывается раствором *а* и каждый раз после смазывания просушивается. Когда ствол покроется сплошь ржавчиной, раствор а заменяют раствором *б*, смазывание которым также повторяется несколько раз — до получения желаемого цвета, причем ствол после каждого смазывания не только просушивается, но и

---

[1] Подвергая подобной же операции медь, можно и на ее поверхности вызвать образование защитного слоя кристаллов закиси меди светло-красного цвета

[2] Вода, испаряющаяся из дров при их горении, заменяет здесь струю пара, направляемого искусственно.

[3] Русское название воронить, не совсем подходящее. Гораздо правильнее немецкое и французское названия *brüniren* и *brunir*.

выставляется на несколько часов на свет. По окончании операции ствол натирается льняным маслом.

Окрашивание в *металлически блестящий темно-коричневый* цвет может быть получено, если железо, предварительно нагретое до 100°С, погрузить на мгновение в 10-процентный раствор в воде красной хромовой соли (двухромовокислого калия), просушить на воздухе и затем подержать 1—2 мин над раскаленными древесными углями. Операцию повторить два-три раза: до получения желаемого цвета. По окончании промыть, просушить и протереть шерстяной тряпочкой, слегка смоченной льняным маслом. Но для успеха необходимо, чтобы железо было нагрето именно до температуры 100°С (или очень близко); если нагревание было недостаточным, то окрашивание происходить плохо и вода, в которой железо промывается по окончании операций, окрашивается в желтый цвет; если же, наоборот, железо было нагрето слишком сильно, цвет будет не блестяще-коричневый, а матовый черный.

Окрашивание серебряных или посеребренных вещей. Чернь

Очень употребительное и почти единственно применяемое на практике окрашивание поверхности серебряных или посеребренных вещей есть черное окрашивание, так называемая чернь, причем зачерняется обыкновенно не вся поверхность вещи, а только некоторые ее части — в форме различных фигур, узоров, арабесков и т.п.

Такого рода украшения серебряных вещей очень давно известны и у нас: тульские серебряные табакерки, кавказские пояса или кинжалы под чернь и т.п. знакомы всем.

Процесс чернения заключается в образовании или отложении на поверхности серебряной вещи сернистого серебра.

Прежде всегда, а теперь еще очень часто чернение производится чисто механическим путем: выгравированные на поверхности вещи углубленные узоры заполняются плавким составом, включающим сернистое серебро; затем вещь подвергается действию повышенной температуры, достаточной для сплавления состава с вещью[1].

---

[1] Словом, здесь совершается частичное покрытие поверхности вещи черной эмалью, состав которой может быть различным. Вот один из хороших рецептов черной эмали: 38 ч серебра, 72 ч. меди, 50 ч. свинца, 384 ч. серы и 36 ч. буры сплавляют в тигле, при этом входящие в состав металлы превращаются в сернистые По охлаждении сплав размельчают в тонкий порошок и тщательно просеивают. При употреблении



В настоящее время чернь наводят очень часто гальваническим путем Узоры на поверхности вещи вытравливаются, как при инкрустациях, затем вещь, поверхность которой смазана лаком везде, за исключением узоров, погружается в гальваническую ванну, наполненную очень слабым водным раствором сернистого аммония[1] или сернистого калия (серной печени, и соединяется с *анодом* гальванический батареи, на катоде же вешается платиновая пластинка. Под влиянием гальванического тока на местах узоров, свободных от лака, образуется черное сернистое серебро. По окончании операции вещь промывается и после удаления лака полируется. Впрочем, следует признать, что тот приятный и чистый синевато-черный цвет черни, какой имеет хорошая черная эмаль, гальваническим путем достигается не совсем легко. Многое зависит от силы тока (вообще не большой), температуры ванны (большей частью нужно подогревать) и других условий, знание которых приобретается только опытом.

Сплошное окрашивание серебряных вещей в различные оттенки черного цвета (от серо-стального до синевато-черного) делается уже гораздо реже. Производится оно также погружением хорошо очищенной и отшлифованной вещи[2] в слабый раствор сернистого аммония или серной печени и соединением вещи с анодом батареи (на катоде находится платиновая пластинка). И здесь красивое серостальное (пучистое) окрашивание достигается гораздо легче, чем синевато-черное.

Многие практики слабым растворам серной печени (или сернистого аммония) предпочитают крепкие (концентрированные), так как последние действуют быстрее, хотя именно по этой причине следить за процессом гораздо труднее Хорошо очищенные и прополоснутые вещи быстро (на проволоке) погружают в кипящий раствор, тотчас же вынимают и промывают в воде; если окрашивание недостаточно чер-

---

выгравированные места посыпают порошком эмали и вещь держат на огне до тех пор, пока снова расплавившаяся эмаль не заполнит углублений По охлаждении излишек эмали стирают, вещь шлифуют и полируют

[1] Сернистый аммоний есть бесцветное кристаллическое вещество, очень летучее с неприятным запахом, сильно ядовитое и на воздухе быстро изменяющиеся, оно получается пропусканием сернистого водорода в сосуд, наполненный безводным газообразным аммиаком Но растворы сернистого аммония удобнее всего приготовлять двойным разложением, можно рекомендовать, например, следующий раствор 5 ч серной печени растворить в 100 ч воды и затем прибавить 10 ч углекислого аммония

[2] Конечно, вовсе не покрытой лаком

но, операцию с такой же быстротой повторяют во второй и в третий раз. При ловкости и умении результаты могут быть очень хороши.

Иногда серебряные или посеребренные вещи подчернивают графитом; для этого их смазывают кашицеобразной смесью из 6 частей графита и 1 ч. кровавика[1], стертых в порошок со скипидаром. Когда смазка просохнет, вещь обтирают мягкой щеткой и замшей; затем выпуклые места ее для сообщения им большего блеска полируют тряпочкой, смоченной спиртом. Такое подчернивание есть чисто механическое, обусловливается оно теми же условиями, которые с течением времени производят загрязнение всякой металлической поверхности, т.е. приставанием частичек графита (вместо пыли при загрязнении) к неровностям и шереховатостям поверхности. Следовательно, чем менее гладка поверхность, тем успешнее достигается чернение ее этим способом; вообще же оно, понятно, непрочно.

РАДУЖНОЕ ОКРАШИВАНИЕ

Сущность радужного окрашивания объяснена в разделе "Металлохромия". Один из самых обыкновенных образчиков его представляет окрашивание стали при закаливании, так как оно обусловливается именно образованием на поверхности тончайших, просвечивающих пленок окислов железа. Закаливание стали, как известно, заключается в нагревании ее до появления на поверхности определенного цвета и затем в быстром охлаждении погружением в холодную жидкость (воду, масло и др.). При 220°С поверхность стали окрашивается в желтый цвет, сначала имеющий соломенный, а потом золотистый отлив; при 250°С в бурый и затем в красный; при 285°С в светло-синий (пружины), при 300°С в индиго-синий (пилы) и при 330°С в сине-зеленый цвет морской воды. Все эти цвета отсвечивают радужными переливами.

Подобное радужное окрашивание может быть вызвано тончайшими пленками самого разнообразного свойства: все равно, будут ли эти пленки состоять из чистого металла или из металлических окислов, из слоя засохшего льняного масла, лака или жидкого стекла. Нужно только, чтобы они были тонки до просвечивания, а поверхность покрываемого ими металла гладка и отполирована настолько, чтобы падающие на нее сквозь пленку лучи света отражались ею достаточно.

---

[1] *Кровавик* — самородная окись железа, под названием крокуса употребляется для полирования металлов

Лучше всего радужное окрашивание получается на хорошо полированных поверхностях золотых, серебряных или позолоченных и посеребренных вещей, а также на платине и, затем, на мельхиоре; хуже на меди и латуни; серый цвет железа и стали затрудняет получение значительной яркости окрашивания. Наиболее пригодны для этой цели плоские, ровные и гладкие вещи, например металлические пластинки, блюдца, тарелки, подносы и т.п.

Вещи для окрашивания должны быть тщательно очищены в щелоке, промыты, протерты шерстяной тряпочкой, смоченной спиртом, и старательно отполированы крокусом, после чего к ним ни в каком случае не следует прикасаться голыми руками.

ОКРАШИВАНИЕ ОКИСЛАМИ

Чаще всего для образования окрашивающих пленок употребляются окислы металлов и именно те из них, низшая степень окисления которых растворима, а высшая нерастворима в щелочах. Если на щелочные растворы низших окислов таких металлов действовать гальваническим током, то кислород, отделяющийся у анода, превращает низшие окислы в высшие, которые как нерастворимые отлагаются в виде пленок на соединенные с анодом металлические предметы; например, из раствора железного купороса (соли закиси железа) в аммиаке при помощи гальванического тока у анода выделяется нерастворимая окись железа, а из раствора свинцового глета (окисей свинца) или свинцового сахара (средней уксуснокислой соли окиси свинца) в щелоке едкого калия или натра — нерастворимая перекись свинца.

Так как при окрашивании окислами вещи соединяются с анодом гальванической батареи, у которого постоянно выделяется кислород, действующий окислительно, то именно по этой причине металлы, легко окисляющиеся, например медь или железо, гораздо меньше пригодны для окрашивания этим способом, чем золото, платина и серебро, особенно первые два. Окисляющиеся металлы, во всяком случае, можно советовать предварительно покрывать золотом, платиной или серебром, тем более, что хорошо полированная поверхность этих металлов отражает свет гораздо лучше, чем медь или железо.

До сих пор щелочные растворы свинцового глета или свинцового сахара оказывались наиболее удобными для достижения цели.

В 2000 ч. перегнанной воды растворить 200 ч. едкого калия (или едкого натра), прибавить 150 ч. промытого свинцового глета и

кипятить (в фарфоровой чашке) 1/2 ч; дать остыть и отстояться; слить прозрачную жидкость с осадка, развести ее равным, по объему, количеством перегнанной воды и перелить в цилиндрический сосуд из пористой глины[1]. Этот сосуд поставить в стеклянный сосуд (ванну), наполненный азотной кислотой, разведенной 20 ч. воды. В кислую жидкость стеклянного сосуда погрузить платиновую пластинку, соединенную с катодом гальванической батареи, а в раствор сосуда из пористой глины — вещи для покрытия, связанные с анодом батареи.

Для батареи обыкновенно достаточно 1—2 элементов Бунзена или около 2—4 элементов Даниеля или Мейдингера.

Отложение перекиси свинца на поверхности вещей начинается немедленно и происходит чрезвычайно быстро, так что для достижения желаемого окрашивания может быть достаточно 1 или даже 1/2 мин. Нужно не передержать; иначе пленка будет слишком толста для радужного окрашивания.

Если вещи золотые или медные позолоченные (чаще всего), то желтая поверхность их, по мере утолщения слоя перекиси свинца, окрашивается последовательно в бледно-красный, ярко-красный (огненно-красный), темно-красный, фиолетовый, синий и, наконец, в очень темные цвета, до черного включительно. Серебряные или посеребренные вещи — в зеленовато-желтый, желтый, красный, синий, зеленый и черный. На платине все цвета имеют голубоватый оттенок.

Во все время короткой операции вещи приходится вынимать из раствора беспрестанно, чтобы следить за быстро меняющимися цветами окрашивания. Чем сильнее гальванический ток, тем быстрее эти перемены и тем труднее следить за ними; поэтому очень сильный ток никогда не следует употреблять. При слишком сильном токе окрашивания вовсе не происходит вследствие осаждения из раствора окиси свинца в виде желтоватых хлопьев.

Как скоро окрашивание приняло желаемый цвет, вещи вынимают из раствора, тотчас же промывают их и просушивают. Пленка обыкновенно пристает настолько крепко, что легко выдерживает полировку агатом; но для предохранения ее все-таки лучше покрыть двойным слоем прозрачного копалового лака[2].

---

[1] Подобный тем, какие употребляются в гальванических элементах Даниеля или Бунзена

[2] См. статью "*Лаки*" в "Иллюстр. словаре практических сведений" д-ра Л Симонова.

Если предстоит последовательно окрашивать много вещей, то для поддержания в растворе возможно одинаковой степени насыщения погружают в него полотняный мешочек с порошком свинцового глета.

В приведенном примере прикрепленные к аноду вещи отделены от катода стенками цилиндра из пористой глины; делается это для того, чтобы отложение на их поверхности перекиси свинца происходило равномерно. Если употреблять только один сосуд и платиновую пластинку у катода погружать вместе с вещами в раствор свинцового глета в щелоке, то окрашивание будет не сплошным, а в виде концентрических радужных колец, центр которых соответствует месту против платиновой пластинки. Обыкновенно в таких случаях с катодом соединяют заостренную на конце платиновую проволоку, вставленную в стеклянную трубочку таким образом, чтобы оставался свободным только один заостренный кончик ее[1]. Этот кончик укрепляют перпендикулярно к какому-либо месту поверхности вещи, на расстоянии от него около 1 см (4 линий). При этом на поверхности вещи образуется совершенно правильное кольцо, концентрически окрашенное цветами радуги: в самом центре (против кончика проволоки) — наиболее развитая степень окрашивания, например фиолетового цвета на золотых вещах, затем в последовательном порядке круги все менее развитых степеней окрашивания — темно-красного, ярко-красного, бледно-красного и по самой периферии золотисто-желтого цвета. Если с катодом соединены 2—3 или более отдельных кончиков платиновой проволоки, стоящих перпендикулярно к различным частям поверхности вещи и на одинаковых от них расстояниях, то получаются 2, 3 или более концентрических колец радужного окрашивания, края которых могут сливаться и тем еще более разнообразить окрашивание. Если платиновую проволоку изогнуть в форме какой-либо фигуры, например изображенной на рис. 35, то и радужное окрашивание принимает вид этой фигуры — рис. 36. Чтобы окрашивание было правильным и вполне соответствовало форме проволочной фигуры, последняя должна быть расположена параллельно поверхности вещи.

При умении однообразное сплошное (неконцентрическое) радужное окрашивание можно произвести и без сосуда из пористой глины, погружая и вещи, и платиновый катод в ванну с щелочным раствором свинцового глета. Для этого нужно только заостренный кон-

[1] Стеклянную трубочку можно заменить изолирующим лаком.

чик платиновой проволоки у катода не держать на одном месте, а непрерывно и равномерно передвигать его по всем направлениям, таким, однако, образом, чтобы кончик этот был постоянно перпендикулярен к поверхности вещи и отстоял от нее на одинаковом расстоянии. Вообще для этого требуется довольно много искусства.

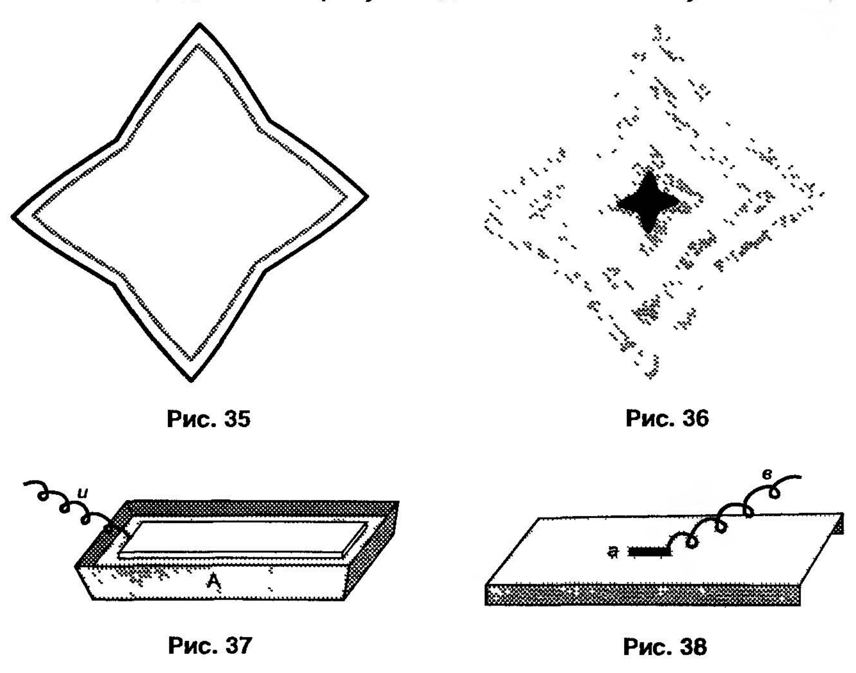


Рис. 35

Рис. 36

Рис. 37

Рис. 38

Для сплошного окрашивания совершенно плоской вещи, например стальной дощечки, можно поступить и так. Металлическую дощечку положить на дно плоской ванны (рис. 37), наполненной щелочным раствором свинцового глета, той стороной вверх, которую желают окрасить. Вырезать из листовой меди кусок, соответствующий по размерам дощечке, загнуть вниз продольные боковые края его, как показано на рис. 38, и поставить его на эти края в ванну над дощечкой так, чтобы он не прикасался к дощечке. Соединить дощечку с анодом (*и* на рис. 37), а середину медного листа (*а* на рис. 38) с катодом (*в* на рис. 38) гальванической батареи.

Но сплошное окрашивание при помощи пористого сосуда во всяком случае удобнее и вернее.

Иногда раствор свинцового глета заменяют щелочным же раствором свинцового сахара, например растворив 1 ч. свинцового сахара в 12 ч. воды, прибавляют раствор едкого калия до тех пор, пока образующийся сначала осадок не растворится снова.

Довольно прочное окрашивание, также хорошо выдерживающее полирование, может быть произведено раствором железного купороса в нашатырном спирте: химически чистый железный купорос растворить в воде, не содержащей воздуха (т.е. предварительно прокипяченной), подкислить несколькими каплями серной кислоты (синяя лакмусовая бумажка должна слегка краснеть) и прибавить столько нашатырного спирта, сколько нужно, чтобы образующийся первоначально осадок не растворился снова. Подробности операции окрашивания те же, что и при растворе окиси свинца, т.е. вещи соединяются с анодом, а катод — с платиновой проволокой или пластинкой.

Для окрашивания стальных и бронзовых вещей подобным же образом может быть употреблен еще следующий раствор: 70 ч. медного купороса и такое же количество белого сахарного леденца растворяют в 320 ч. воды и затем прибавляют крепкого калийного или натриевого щелока до тех пор, пока образующийся сначала осадок не растворится снова и прозрачная жидкость не станет темно-синего цвета. Окрашивание, достигаемое при помощи этого раствора, довольно красиво и прочно, но происходит медленнее, чем в указанных выше растворах.

Красивые Нобилевы кольца могут быть вызваны на стали и без помощи гальванической батареи. Для этого хорошо очищенную и отполированную стальную пластинку покрывают в фарфоровой чашке раствором уксуснокислой меди в уксусе; к тем местам пластинки, на которых желают получить кольца, прикасаются на очень короткое время кончиком цинковой пластинки. Образуются кольца красноватого цвета; но если высушенную пластинку нагревать потом на спиртовой лампе, то по мере повышения температуры окрашивание постепенно переходит в золотисто-желтое, синеватое, красно-оранжевое, фиолетовое и бронзовое.

ОКРАШИВАНИЕ ТОНКИМ МЕТАЛЛИЧЕСКИМ НАЛЕТОМ

Любая металлическая пленка может вызвать радужное окрашивание, если она достаточно тонка, а покрываемый ею предмет хорошо очищен и отполирован.

Очень пригодна для этого *платина*. Употребляется именно один из растворов хлорной платины, показанных выше; но раствор должен быть значительно разведен водой — настолько, чтобы на 5000 ч. воды приходилось около 1 ч. хлорной платины.

Хорошо очищенные и отполированные металлические вещи, привязанные к медной проволоке, погружаются прежде всего в кипящий раствор 30—40 ч. кремортартара в 5000 ч. воды и затем на несколько мгновений в раствор хлорной платины, причем в последнем растворе вещи должны быть непременно передвигаемы с места на место. Когда по истечении нескольких секунд окрашивание произошло, вещи быстро промываются в чистой воде и просушиваются между горячими опилками.

При умении и навыке можно получить всевозможные цвета радуги. Цвет окрашивания зависит от большей или меньшей степени разбавленности раствора хлорной платины водой, от продолжительности нахождения вещи в растворе и от качества самой поверхности. Во всяком случае за ходом окрашивания нужно постоянно следить, чтобы вынуть вещь именно при желаемом цвете окраски.

На железе подобные же разнообразные окрашивания могут быть достигнуты при помощи следующего раствора меди: 35 ч. чистого медного купороса растворить в воде; посредством калийного или натриевого щелока осадить из этого раствора медь в виде окиси. Отфильтровав от осадка жидкость, положить этот осадок (окись) в раствор 150 ч. виннокислого калия (kalium tartaricum) в 1000 ч. воды; прибавить около 60 ч. едкого натра, растворенного в небольшом количестве воды. В полученный таким образом прозрачный медный раствор опустить вещь, предварительно тщательно очищенную, и соединить ее с катодом гальванической батареи (у анода, как обыкновенно, медная пластинка). Вещь очень быстро покрывается тончайшим налетом металлической меди. Смотря по времени пребывания вещи в растворе (во всяком случае очень короткого), по силе тока и по количеству содержащейся в растворе винной кислоты окрашивание может принимать самые разнообразные оттенки: медно-желтый, красноватый, синеватый, зеленоватый и бронзовый. Нужно только уметь вынуть вещь из раствора вовремя. Если вещь передержать в растворе, то окрашивание будет уже не радужным, а чисто медным. Так как раствор от употребления постепенно истощается, то в него, по мере надобности, следует подбавлять окись меди (приготовленную показанным выше способом), не переходя, однако,

той пропорции, в какой окись меди была (относительно винной кислоты) в первоначальном растворе.

Если хорошо очищенную и полированную вещь погрузить в раствор 1 ч. сернокислого марганца (марганцового купороса), хлористого или уксуснокислого марганца в 10—15 ч. воды, связать ее с катодом гальванической батареи (из 3—6 элементов Даниеля или Бунзена) и прикасаться к ней анодом батареи, то на местах прикосновения образуются радужно окрашенные концентрические кольца. При растворе сернокислого марганца преобладают золотистые и пурпуровые оттенки, а при растворе хлористого марганца — красный, зеленый, желтый и синий. Лучше всего выступает такого рода окрашивание на вещах, которые предварительно были слегка покрыты золотом или платиной.

И после окрашивания вещи при помощи чисто металлической пленки ее для предохранения от механических повреждений покрывают прозрачным лаком (двойным слоем копалового лака).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Качество паяного соединения наряду с другими факторами зависит от используемого припоя, паяльной смеси и флюса. Для помощи тем, кого интересует более подробные данные, в настоящих приложениях приводятся дополнительные сведения, охватывающие более широкую рецептуру, нежели рассмотренную в книге.

Приложение 1

МЕДНЫЕ ПРИПОИ

1. Химический состав меди (по ГОСТ 859-78)

Марка	Медь, %, не менее	Содержание примесей, %, не более					
		Bi	Sb	As	Fe	Ni	Pb
М0*[1]	99,95	0,001	0,002	0,002	0,004	0,002	0,004
М1*[2]	99,90	0,001	0,002	0,002	0,005	0,002	0,005
М2	99,70	0,002	0,005	0,01	0,05	0,2	0,01
М3	99,50	0,003	0,05	0,01	0,05	0,2	0,05
М4	99 0	0,005	0,2	0 2	0,1	—	0,3

Марка	Содержание примесей, %, не более				Всего примесей, %
	Sn	S	O	Zn	
М0*[1]	0,002	0,004	0,02	0,004	0,05
М1*[2]	0,002	0,005	0,05	0,005	0,1
М2	0,05	0,01	0,07	—	0,3
М3	0,05	0,01	0,08	—	0,5
М4	—	0,02	0,15	—	1,0

*[1] 0,002% P и 0,003% Ag

*[2] 0,003% Ag

2. Химический состав и температура плавления медно-цинковых припоев

Марка	Содержаниеулементов, % (Zn — остальное)					Примеси, %, не более		Температура, °С	
	Cu	Sn	Si	Ni	Другие элементы	Fe	Pb	начала плавления	полного расплавления
ПМЦ36	34—38	—	—	—	—	0,1	0,5	800	825
ЛМЦ58-5	57—60	—	—	3,5—5	—	0,5—1,0	1,0	—	850
ПМЦ48	46—50	—	—	—	—	0,1	0,5	850	865
—	54	1	—	—	—	0,1	0,08	860	876
—	50	—	—	—	—	0,1	0,08	860	870
—	51,5	3,5	—	—	—	—	0,08	860	875
ЛК62-05	60,5—63,5	—	0,3—0,7	—	—	0,2	0,08	—	905
ПМЦ54	52—56	—	—	—	—	0,1	0,5	876	880
—	52—59	—	—	—	0,1 Al	0,1	0,5	871	882
—	56	1	—	1	1 Mn	1	0,08	865	888
—	60	1	—	—	—	0,1	0,08	880	890
—	60	—	—	—	—	0,1	0,08	885	890
—	59—61	—	0,2—0,5	—	1,0 Ag	0,1	0,08	893	890
—	61,4	—	—	—	6,6 Mn	0,1	0,08	—	898
—	62—68	0,2	—	3,4	1,2—2 Mn	0,1	0,08	830	900
—	57	1	—	—	—	0,1	0,08	880	900
—	59—61	—	0,1-0,4	—	—	0,1	0,08	890	900
ЛНМц 56-5-5	54—59	—	—	3,5—5,5	3,5—5,5 Mn	0,5 1,0	0,1	—	900
ЛОК62-06-04	60,5—63,5	0,4—0,6	0,3—0,4	—	—	0,2	0,1	900	905
ЛОК59-1-03	58—60	0,7—1,1	0,2—0,4	—	—	0,1	0,08		905
Л63	60,5—63,5	—	—	—	—	0,15	0,08	900	905
—	62-64	—	—	—	—	0,1	0,08	902	902
—	47	—	—	10,5	1,0 Ag	0,1	0,08	850	880
Л68	67—70	—	—	—	—	0,1	0,03	910	940
ГФК	62—71	—	3—4	4—5	5—6 Mn	5—7	0,08	935	955
—	68—71	—	—	—	—	0,1	0,3	904	960
—	57,4—60,3	—	—	5,0	—	—	—	960	980

3. Физико-механические свойства медно-цинковых припоев

Марка	γ, кг/м^3	$\alpha \cdot 10^6$, 1/°С	$\rho \cdot 10^2$, Ом·м	$\sigma_в$ МПа	δ%	*HB*
ПМЦ36	7700	22	3	303	1	—
ПМЦ48	8200	21	3,6	213	3	130
ПМЦ54	8300	21	4	343	20	128
Л63	8500	20	7,1	322	35,5	56
Л68	8600	19	7,1	275	48	56
ЛОК62-06-04	8500	—	—	343	—	56

Примечание: γ — здесь и далее плотность припоя

4. Медно цинковые припои с никелем, марганцем и оловом

Марка	Содержание элементов, %, (Zn — остальное)				Температура полного расплавления, °C
	Cu	Ni	Mn	Sn	
—	67	—	21	—	685
—	64	—	16	—	870
—	62	—	6	—	900
—	58	—	13		845
—	58	—	32	—	898
—	51	—	—	5	860
—	48	—	—	10	810
Л62П	57—60	4—5	—	—	910
КМФ	58—60	8—9	—	1	910
МЦН 48-10	46—50	9—11	—	—	935
ЛКН 56-03-6 *[1]	55,0—57,5	5,5—6,0	—	—	905
ВПр31 *[2]	27,8—41,4	17,0—19,0	3,0—5,0	3,5—5,0	1000

*[1] Содержит 0,25-0,3 % Si.

*[2] Содержит %: 0,75-0,9 Si; 2,5-3,0 Cr; 0,5-3,0 Co; 0,01-0,04 P; 0,1-0,3 B.

5. Прочность паяных соединений

Марка	$\sigma_в$	$\sigma_{ср}$
	МПа	
ПМЦ-4В	306,74	204,82
Л63	421,4	267,54
ЛОК 62-96-04	421,4	309,68

6. Медно-цинковые припои с оловом, применяемые в Англии (по B.S.1845 : 1952)

Содержание элементов, % (Zn — остальное)		Примеси, %, не более	Температура, °C	
Cu	Sn		начала плавления	полного расплавления
49—51	—	0,85	800	870
53—55	—	0,85	870	880
59—61	—	0,90	885	890
53—55	0,8—1,2	0,80	860	870
69—61	0,8—1,2	0,80	880	890

7. Медно-цинковые припои с никелем, применяемые в Англии (по B.S.790 : 1938)

Содержание элементов, % (Zn — остальное)		Примеси, % не более			
Cu	Ni	Fe	Mn	Pb	Другие элементы
60—65	9—11	0,25	0,30	0,04	0,30
60—65	11—13	0,25	0,30	0,04	0,30
60—65	11—16	0,30	0,50	0,05	0,40
60—65	17—19	0,30	0,50	—	0,20
54—56	17—19	0,30	0,50	0,04	0,20
60—65	19—21	0,30	0,50	0,025	0,20
55—60	24—26	0,30	0,75	0,025	0,20
55—60	29—31	0,30	0,75	0,025	0,20

8. Медно-цинковые припои, применяемые в Чехословакии (по GSN)

Стандарт, марка	Содержание элементов, % (Zn — остальное)								Примеси, %, не более	Температура, °С	
	Cu	Sn	Mn	Pb	Si	Al	Ni	Ag		начала плавления	полного расплав-
423237	61—63	0,7—1,1	—		—	—	—	—	0,3	—	
423236	59—62	0,2—0,7	—	0,2—0,9	—	—	—	—		—	
423228	59—61	0,13—0,23	—	—	0,1—0,2	—	—	—	0,3	800	
423227	58—60	0,15—0,40	—	—	0,1—0,3	—	—	0,2—0,4		870	
423234	57—60	—	1,0—2,0	—	—	—	—	—	1,5	—	
423231	55—58,5	—	1,5—3,5	—	—	0,5—2,0	—	—		—	
423372	53—55	—	—	—	—	—	—	—	0,7	880	
423371	49—51	0,5	0,1	—	0,15—0,35	—	7,5—10,0	0,6—1,0		820	
423374	35—37	—	—	—	—	—	—	—		770	
MS60Ag	58—60,5	0,15—0,40	—	0,05	0,1—0,3	0,05	0,05	0,05		870	
MSNS	49—51	0,5	—	0,02	0,15—0,45	0,1	7,5—1,0	1,0		820	
MS60SiSn	59—61	0,13—0,23	—	0,05	0,1—0,2	—	0,05	0,05		800	



9. Физико-механические свойства некоторых медно-цинковых припоев, применяемых в Чехословакии (по GSN)

Стандарт	γ, кг/м^3	$\sigma_В$ МПа	δ, %	$\alpha_к$, кДж/м^2	λ, Вт/(м·°С)	ρ 10^2, Ом·м	*HB*
423228	8200	382,7	25	900	125,6	6,2	103
423227	8200	343,4	—	1000	230,27	7	98
423372	8100	255,0	4	—	163,28	5	20
423374	7800	—	—	—	209,34	3,3	—
423171	—	—	—	—	—	—	—

10. Медно-цинковые припои, применяемые в США (по AWS-ASTM)

Марка	Содержание элементов, % (Zn — остальное)					
	Cu	Sn	Fe	Mn	Ni	P
BCuZn-1	58,62	—	—	—	—	—
BCuZn-2	57,0	0,25—1,0	—	—	—	—
BCuZn-3	56,0	1,1—1,25	0,25—1,25	1,0	1,0	—
BCuZn-4	50—55	—	0,10	—	—	—
BCu2n-5	50—53	3,0—4,5	0,10	—	—	—
BCuZn-6	46—50	—	0,25	—	9—11	0,2
BCuZn-7	46—48	—	—	—	10—11	0,5

Марка	Содержание элементов, % (Zn — остальное)				Температура, °С	
	Pb	Al	Si	Другие элементы, не более	начала плавления — полного расплавления	пайки
BcuZn-1	0,05	0,01	—		900—910	910—955
BCuZn-2			—		890—900	900—955
BCuZn-3	0,50		0,25	0,5	830—880	880—955
HCuZn-4		—	—		855—870	870—925
BCuZn-5		—			880	890—925
BCuZn-6	0,05	0,005	0,15	0,10	920—940	940—980
BCuZn-7	—	—			920—940	940—980

11. Медно-цинковые припои, применяемые в ФРГ (по DIN 1733)

Марка	Содержание элементов, %			Температура, °C		γ, кг/м³
	Cu	Zn	Si	начала плавления	полного расплавления	
LMs85	84—86	13	0,2—0,4	1005	1025	8700
LMs63	62—64	35	0,2—0,4	900	970	8400
LMs60	59—61	38	0,2—0,4	890	900	8400
LMs54	53—55	44	—	880	885	8300
LMs48	47—49	50	—	855	865	8200

12. Медно-никелевые припои для пайки стальных изделий

Содержание элементов, % (Cu — остальное)						Температура пайки, °C
Ni	Cr	Mn	Fe	Si	Al	
3,0	—	2,0	—	—	5,0	1200
35—38	—	2,5—3,5	2,5—3,5	1,5	—	1120
28	—	10,0	—	2,0	—	1120
20—30	—	—	—	—	—	1250
10—14	—	4—5	12—14	1,0—1,9	—	1250
35	3,0	3,0	3,0	1,5	—	—
4,0	—	2,0	—	—	0,6	1080
3-4	—	1,5—2,0	—	0,1—0,2	0,5	1030
10	—	—	5,0	—	—	—
20	—	—	5,0	5,0	—	1000
15	—	—	—	2,0	—	—
22	6,0	—	—	—	—	1035
35—38	3,0-3,5	3,0—3,5	3,0—3,5	—	—	1200

13. Медно-никелевые припои с марганцем и серебром

Марка	Содержание элементов, % (Cu — остальное)					Температура, °С	
	Mn	Ni	Si	Fe	Другие элементы	начала плавления	полного расплавления
ПМ38МЛ	36—40	4—6	1,5—2,5	—	≤0,2 Li; ≤0,1 B	880	900
ВПр1	—	27—30	1,5—2,0	До 1,5	0,1—0,3 B	1080	1120
ВПр2	22—26	5—6	—	0,8—1,2	0,15—0,25 Li	960	980
ВПр4	27—30	28—30	0,8—1,2	1,0—1,5	4—6 Co 0,15—0,3 Li, 0,15—0,25 B; 0,01—0,2 K; 0,05—0,15 Na.	940	980
ВПр13	20—23	10—13	0,2—0,4	—	0,1—0,2 P; 0,5—2,0 Zn; 0,1—0,3 B	850	910
45А	30	5	—	—	21—25 Ag; 0,1—0,3 P 3 Zn	880	900
КП	—	18—20	4,5—5	5—6	—	950	970
ПЖ45-81	2,0—3,0	30—35	1,5—2,0	2,5—3,0	2,5—3,5 Cr	1120	1200
ПМН10	—	10	—	—	2—3 Cr	1100	1140
ГПФ	4,2—5,0	10—14	1—1,8	12—14	—	1190	1280

14. Физические свойства медно-никелевых припоев

Марка	$\alpha \cdot 10^6$, 1/°С						λ, Вт/(м·°С)							γ, кг/м^3	ρ·10^2 Ом·м
	при температуре, °С														
	20—100	20—200	20—300	20—400	20—500	20—600	25	100	200	300	400	500	600		
ВПр1	17,1	17,7	18,4	18,8	19,8	20,9	32,2	34,75	38,18	41,87	46,05	50,24	50,34	8680	—
ВПр2	19,0	19,8	20,5	21,2	21,8	—	13,0	15,49	18,84	22,60	26,79	29,72	31,82	8130	8
ВПр13	—	—	—	—	18,6	—	10,05	12,56	15,91	19,25	22,2	26,79	—	8220	—
ВПр4	16,8	17,4	17,9	17,7	18,3	19,1	—	12,56	14,65	17,16	19,25	21,35	23,45	8230	—
ПЖ45-81	14,6	15,2	15,7	16,3	16,9	17,0	23,86	26,37	29,31	32,65	35,17	35,17	38,09	8630	41,0

15. Механические свойства паяных соединений (внахлестку), выполненных медно-никелевыми припоями

Марка	Флюс или газовая среда	Метод нагрева	Паяемый материал	$\tau_{ср}$, МПа, при температуре, °С					σ_r, МПа, на базе $N = 10^7$ циклов при температуре, °С	
				–60	20	200	400	600	20	500
ВПр1	ПВ200, ПВ201	В пламени горелки	12Х18Н10Т	471—568,8	363—490	294—392,3	186,2—215,6	88,25—156,8	245	196
ВПр2	Аргон	В печи	12Х18Н10Т	254,8—274,4	245—294	—	—	—	—	—
			Х15Н9Ю	245—294,0	205,8—294	196—294	186,2—235,2	117,6—137,2	190,12	269,5
ПМ38МА			Х15Н5АМ3	186—294,0	205,8—245	186,2—225,4	205,8—245	—	215,6	240,0
Медь (М1)	Водород		12Х18Н10Т	—	205,8—294	—	—	—	—	—
ПЖ45-81	ПВ200, ПВ201	В пламени горелки	Сталь 10	—	166,6—196	—	—	—	—	—
ПЖ45-81			12Х18Н10Т	—	441,2—406,6	—	—	176,51—186,2	196	166,6
			Х20Н80	—	578,5—597,8	—	—	274,4—294	—	—
Л63	Бура		Сталь 10	—	270	—	—	—	—	—
ЛОК62-06-04				—	309,7	—	—	—	—	—
ПМЦ48				—	206,8	—	—	—	—	—
ВПр4	Аргон	В печи	12Х18Н10Т	441,26—509,6	323,4—392,3	284,2—323,4	254,8—303,8	127,5—176,5	—	—

Обозначение: σ_r - предел выносливости

16. Сплавы меди с фосфором (по ГОСТ 4515-81)

Марка	Содержание фосфора, % (Cu — остальное)	Примеси, %, не более		Всего примесей, %	Температура, °С	
		Bi	Sb		начала плавления	полного расплавления
МФ1	8,5—10,0	0,002	0,002	0,4	714	850
МФ2	8,5—10,0	0,005	0,1	0,8	714	850
МФ3	7—8,5	0,005	0,1	0,1	714	850

17. Медно-фосфорные припои

Марка	Содержание элементов, % (Cu — остальное)			Температура, °С	
	P	Zn	Sn	начала плавления	полного расплавления
ПФ07*1 (МФ07-3-2)	5—7	1—3	2,5—3,5	680	700
ПМФ7 (МФ3)	7,0—8,5	—	—	714	850
ПМФ9	9	—	—	707	800
ПМФ0Цр6-4-0,03*2	5,3—6,3	—	3,5—4,5	640	680

*1 Содержание Bi - не более 0,05 %, Sb - 0,1 %.

*2 Содержание Zr - 0,01-0,05 %.

18. Физические свойства медно-фосфорных припоев

Марка	$\alpha \cdot 10^{-6}$, 1/°С при температуре, °С						λ Вт/(м·°С) при температуре, °С	
	20—100	100—200	200—300	300—400	400—500	500—600	20	100
ПМФ7 (МФ3)	—	—	—	—	—	—	—	—
ПФ07 (МФ0Ц7-3-2)	19,45	21,0	24,6	28,9	30,4	31,2	29,3	30,56

Марка	λ, Вт/(м·°С) при температуре, °С					γ, кг/м³	$\sigma \cdot 10^2$, Ом·м
	200	300	400	500	600		
ПМФ7 (МФ3)	—	—	—	—	—	8500	1,7
ПФ07 (ПФ0Ц7-3-2)	31,82	34,33	33,49	36,84	36,42	8000	31,7

19. Прочность паяных соединений, выполненных медно-фосфорными припоями

Марка	$\sigma_в$, МПа		$\tau_{ср}$, МПа									
	медь + медь	латунь +латунь	медь + медь					латунь + латунь				
	при температуре, °С											
	20	20	20	–70	100	200	300	20	-70	100	200	300
ПМФ7 (МФ3)	123,5	137,2	—	—	—	—	—	—	—	—	–	—
ПМФ9	117,6	129,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ПМ07 ПФОЦ7-3-2)	147—186,2	166,6—205,8	186,2—215,6	147—196	106,2—196	137,2—147	88,2—117,6	313,6—333,2	166—205,8	256—264,6	189—205,8	127,4—256,8

20. Медно-фосфорные припои с серебром, никелем и сурьмой

Марка	Содержание элементов, %					Температура пайки, °С
	Cu	P	Ag	Ni	Sb	
ПСр Ф2-5	90—93	5	2—5			800—820
—	85		10			730
ПСр Ф15-5	80		15	—	—	820
—	75	7	18			750
ПСр 25Ф	70	5	25			
—	92	6			2	
—	90	1	—	9	—	—
—	82	5		—	13	
—	80	2		18	—	

21. Медно-фосфорные припои, применяемые в США (по ASTM)

Марка	Содержание элементов, % (Cu — остальное)			Температура, °С		
	P	Ag	Другие элементы, не более	начала плавления	полного расплавления	пайки
BCuP-1	4,75—5,25	—	0,15	705	900	790—925
BCuP-2	6,75—7,50			705	805	805—845
BCuP-3	6,00—6,50	4,75—5,25	0,15	650	815	815
BCuP-4	7,75—7,80	5,75—6,25		640	750	750—875
BCuP-5	4,75—5,25	14,50—15,50		640	815	815—830
BCu	6,90—7,10	1,9—2,10		—	650	650—800

22. Прочность соединений из меди, паяных медно-фосфорными припоями

Марка	τ, МПа		$\sigma_в$, МПа	
	при температуре, °С			
	20	200	–195	20
BCuP-4	138,2	—	147,0	191,0
BCuP-2	137,2	73,5	122,5	213,7
BCuP-5	140,2	74,4	151,0	186,2

Приложение 2

СЕРЕБРЯНЫЕ, ЗОЛОТЫЕ, ПАЛЛАДИЕВЫЕ И ПЛАТИНОВЫЕ ПРИПОИ

23. Многокомпонентные серебряные припои

Марка	Содержание элементов, %								Примеси, %, не более
	Ag	Cu	Zn	P	Cd	Sn	Mn	Ni	
ПСр 71	70,5—71,5	Остальное	—	0,8—1,2	—	—	—	—	0,15
ПСр 25Ф	24,5—25,5		—	4,5—5,5	—	—	—	—	0,15
ПСр 15	14,5—15,5		—	4,5—5,1	—	—	—	—	0,30
ПСр 50КД	49,5—50,5	15,0—17,0	15,0—17,0	—	Остальное	—	—	—	0,20
ПСр 45	44,5—45,5	29,5—30,5	Остальное	—	—	—	—	—	0,30
ПСр 40	39,0—41,0	16,0—17,4	16,2—17,8	—	Остальное	—	—	0,1—0,5	0,30
ПСр 37,5	37,0—38,0	Остальное	5,0-6,0	—	—	—	7,9—8,5	—	0,30
ПСр 62	61,5—62,5	27,0—29,0	—	—	—	Остальное	—	—	0,15

24. Физические свойства серебряных припоев

Марка	γ кг/м³	Температура, °С		ρ 10² Ом м
		начала плавления	полного расплавления	
ПСр 71	9800	645	795	4,3
ПСр 25Ф	8300	645	725	18,6
ПСр 15	8500	640	810	20,7
ПСр 50Кд	9250	625	640	7,8
ПСр 45	9100	665	730	10,0
ПСр 40	9250	590	610	7,0
ПСр 37,5	8900	725	810	37,2
ПСр 62	9600	650	723	25,5

25. Серебряные припои с медью

Марка	Содержание элементов, %		Температура, °С		γ, кг/м³	ρ 10², Ом м
	Ag	Cu	начала плавления	полного расплавления		
ПСр 50*[1]	49,5—50,5	Остальное	779	860	9 300	2,5
ПСр 72*[1]	71,5—72,5		779	779	10 000	2,1
—	91—93	6,7—8,7	789	890	9 900	—
—	96,0	4,0	880	927	—	—
—	91,6	8,4	782	888	—	—
—	55,0	45,0	779	840	—	—
—	83,0	17,0		825	—	—
—	60,0	40,0		820	—	—
—	80,0	20,0		815	—	—
—	77,0	23,0		798	—	—
—	75,0	25,0		785	—	—

*[1] Примеси не более 0,15%.

26. Серебряные припои с литием

Содержание элементов, %					Температура полного расплавления, °С
Ag	Li	Cu	Cd	Другие элементы	
99,5	0,5	—	—	—	940
97,0	3,0	—	—	—	650
91—93 *1	0,2—0,4	7,6—7,8	—	—	900
84,8	0,2	—	—	15 Mn	955
79,0	2,0	—	19	—	760
70,8	0,5	21,5	—	—	830
71,8	0,2	28,0	—	—	820
50,0	0,5	17,5	15	17,0 Zn	850
71—73 *2	0,15—0,25	26,5—28,5	—	0,7—1,3 Ni	820

*1 Припой ПСр 92. *2 Припой ПСр 72ЛМН

27. Серебряные припои с медью и цинком

Марка	Содержание элементов, %			Температура, °С		γ, кг/м³	ρ·10², Ом·м
	Ag	Cu	Zn	начала плавления	полного расплавления		
ПСр 70 *1	69,5—70,5	25,5—26,5	3,0—5,0	730	755	9800	4,2
ПСр 45 *1	44,5—45,5	29,5—30,5	23,5—26,0	660	725	9100	9,7
ПСр 25 *1	24,7—25,3	39,0—41,0	33,0—36,5	745	775	8700	6,9
ПСр 10 *1	9,7—10,3	52,0—54,0	35,0—38,5	815	850	8450	6,5
ПСр 65 *1	64,5—65,5	19,5—20,5	13,5—16,0	695	720	9600	8,6
ПСр 12М *1	11,7—12,3	51,0—53,0	34,0—37,5	780	825	8500	7,6
LAg25	25	40	35	750	830	8570	—
LAg44	44	30	26	670	710	9120	—
—	74	14	12	—	760	9120	—
—	54	40	6	—	720	—	—
—	43	37	20	—	775	—	—
—	40	36	24	—	785	—	—
—	30	38	32	—	760	—	—
—	25	52	23	—	870	—	—
—	20	48	32	—	820	—	—
—	15	80	5	—	790	—	—
—	15	52	33	—	835	—	—
—	5	58	37	—	870	—	—

*1 ГОСТ 19738-74. Примеси не более 0,5 %, в том числе 0,15 % Pb.

28. Серебряные припои с оловом

Содержание элементов, %				Температура полного расплавления, °С
Ag	Cu	Sn	Другие элементы	
7	85	8	—	985
68	27	5	—	755
53	32	15	—	690
62	28	10	—	700
46,5	32,5	21	—	640
60	23	17	—	600
40	35	25	—	579
51	15	34	—	500
49	15	36	—	500
20	3	75	2 Zn	400
63	29	6	2 Ni	820
46	32	22	—	640
60	30	10	—	720
42	33	7	18 Zn	650
40	30	2	28 Zn	770

29. Серебряные припои с кадмием, цинком и медью

Содержание элементов, %				Температура полного расплавления, °С
Ag	Cu	Cd	Zn	
45	15	24	16	607
50	16	16	18	620
50	15	10	25	640
40	18	27	16	650
58	25	14	3	690
35	26	18	21	700
20	30	20	30	710
63	20	10	7	720
65	20	2	13	720
25	35	15	25	725
65	20	10	5	745
70	15	5	5	748
75	15	5	5	750
35	26	18	21	760
10	40	10	40	765
14—16	49	8—12	23—29	760
31,5	34	19	15,5	754
65	20	6	9	730
60,5	22,5	10	7	724
75	15	5	5	748
20	30	20	30	710
65	20	2,5	12,5	719
12	52	7	29	800
9	53	10	28	852

30. Серебряные припои с кадмием и цинком

Содержание элементов, %			Температура, °С	
Ag	Cd	Zn	начала плавления	полного расплавления
20	20	60	460	580
10	20	70	480	510
20	40	40	470	500
20	60	20	470	500
40	30	30	580	600
40	50	10	580	640
50	10	40	670	760
50	20	30	670	700
50	30	20	630	660
50	40	10	640	670
60	10	30	—	680
60	20	20	—	680
60	30	10	—	680
70	10	20	710	720
70	20	10	730	820
40	10	50	630	640
40	20	40	600	620
40	40	20	580	600

31. Серебряные припои с медью, никелем и марганцем

Содержание элементов, %					Температура полного расплавления, °С
Ag	Cu	Zn	Ni	Mn	
45	38	—	2	15	680
55	31	12	2	—	730
65	28	—	2	5	755
62	33	—	5	—	800
54	39	5	2	—	960
85	—	—	—	15	

32. Серебряные припои с палладием и медью

Содержание элементов, %			Температура полного расплавления, °С
Pd	Cu	Ag	
10	—	90	1065
16	84	—	1100
20	—	80	1153
40	—	60	1293
70	—	30	1443
80	—	20	1486
87	—	13	1150
30	70	—	1119
40	60	—	1149
63	37	—	1243
81	19	—	1352

33. Серебряные припои с палладием (ФРГ)

Марка	Содержание элементов, %					Температура, °C	
	Ag	Cu	Mn	Ni	Pd	начала плавления	полного расплавления
SCP-1	68,4	26,6	—	—	5	807	810
SCP-2	58,5	31,5	—	—	10	824	852
SCP-3	65,0	20	—	—	15	850	900
SCP-4	54,0	21,0	—	—	25	901	950
SCP-7	62,0	28,0	—	—	20	879	898
SPM-1	75,0	—	5	—	20	1000	1120
NMP-1	—	—	31	48	21	1120	1120
SPM-2	64	—	3	—	33	1180	1200

34. Многокомпонентные припои с палладием

Содержание элементов, %					Температура, °C	
Pd	Ni	Sn	Si	Другие элементы	начала плавления	полного расплавления
20	30	45	5	—	1000	1015
20	49	24	7	—	1010	1032
20	51	24	5	—	1005	1025
10	58	27		—	1038	1088
20	45	30		—	1045	1082
30	45	20		—	1077	1182
60	40	—	5,5	—	1237	1237
97	—	—		3B	—	—
93	—	—		7Al	1050	1100
66,5	28,8	1,2		3,5Li	—	—
77,5	20,0	1,0		1,5Li	—	—
2,2	84,0	7,5		0,8Li	—	—

35. Золотые припои с медью

Содержание элементов, %		Температура, °C		
Au	Cu	начала плавления	полного расплавления	пайки
94	6	950	980	1030
80	20	889	889	890—1010
50	50	928	950	980—1000
37,25—37,75	62,25—62,75	850	990	990—1090
40	60	946	985	1035
37,5	62,5	—	970	990
35	65	970	1010	1040
30	70	990	1020	1080

36. Золотые припои с медью и серебром

Содержание элементов, %			Температура, °C	
Au	Ag	Cu	начала плавления	полного расплавления
50,0	10,0	40,0	862	880
51,7	2,8	56,5	—	963
60,0	20,0	20,0	850	870
75,0	7,5	17,5	880	895
50,0	20,0	30,0	831	846
58,3	30,0	11,7	835	880
58,3	20,0	21,7	829	847
33,3	33,3	33,4	823	877
33,3	40,0	26,7	780	780

37. Золотые припои с серебром, медью, цинком, кадмием

Содержание элементов, %					Температура, °С	
Au	Ag	Cu	Cd	Zn	начала плавления	полного расплавления
58,5	4,9	25,6	2,0	9,0	790	837
75,0	7,5	7,5	7,0	3,0	—	800
75,0	2,8	11,2	2,0	9,0	747	788
75,0	9,0	6,0	—	10,0	730	783
75,0	—	15,0	8,2	1,8	793	822
75,0	2,8	11,2	9,0	2,0	738	760
58,5	8,0	22,0	9,4	2,1	744	776
58,5	4,9	25,6	9,0	2,0	738	760
58,5	11,9	25,6	—	4,0	816	854
58,5	10,3	24,2	—	7,0	804	836
58,0	24,2	10,8	—	7,0	765	808
33,3	35,0	21,7	—	10,0	725	759
33,3	30,0	16,7	—	20,0	695	704
58,5	—	29,5	9,8	2,2	748	793
58,3	16	21,7	2,0	3,0	795	840

38. Золотые припои с палладием и индием

Содержание элементов, %						Температура, °С	
Au	Ag	Cu	Pd	Cd	In	начала плавления	полного расплавления
38	20	20	3	18		630	695
48	16	20	5	10		700	800
65	2	13	5	14		720	795
55	10	12	8	14	1	750	835
70	6	10	5	8		780	885
55	11	15	10	8		830	900
55	12	15	10	6	2	825	910
70	10	5	5	9	1	790	925
70	—	25	5	—	—	940	967
51	—	34	15	—	—	1000	1030

39. Многокомпонентные золотые припои с палладием

Содержание элементов, % (Ag — остальное)						Температура пайки, °С
Au	Pd	Cu	Zn	Ni	Mn	
45—58,3	4—6	5—7,5	1—2	—	—	950—1000
55—58,3	8—10	2—3	1,0	0,1—0,3	0,1	1100—1130
75	8,0	7,5	2,0	—	—	—
75	8,0	6,5—7,5	—	—	—	1100—1130
45—58,8	8,0	3—5	1,0	0,1—0,3	0,1	1030—1070

40. Платиновые припои

Марка	Содержание элементов, %						Температура, °С	
	Pt	Ir	Rh	Cu	Другие элементы, не более	Примеси, %, не более	начала плавления	полного расплавления
Пл 99,93	≥99,93	—	—	—	0,15 Pd	0,07	1769	1769
ПлИ-5	94,7—95,3	4,7—5,3	—	—	0,15 Pd		1765	1772
ПлИ-10	89,7—90,3	9,7—10,3	—	—	0,15 Ir		1780	1795
ПлИ-15	84,6—85,4	14,6—15,4	—	—			1800	1830
ПлИ-17,5	82,1—82,9	17,1—17,9	—	—		0,25	1807	1837
ПлИ-20	79,5—80,5	19,5—20,5	—	—	0,15 Pd		1815	1845
ПлИ-25	74,0—76,0	24,0—26,0	—	—			1840	1875
ПлИ-30	69,5—70,5	29,5—30,5	—	—			1920	1950
ПлРд-10	89,7—90,3	—	9,7—10,3	—	—	0,22	1845	1855
ПлРд-20	79,6—80,4	—	19,6—20,4	—	—		1895	1905
ПлРд-40	59,5—60,5	—	39,5—40,5	—	—	0,23	1940	1950
ПлМ-2,5	97,2—97,8	—	—	2,2—2,8	0,20 Pd		1750	1760
ПлМ-8,5	91,1—91,9	—	—	8,1—8,9	0,20 Pd	0,25	1690	1720
ПлН-4,5	95,1—95,9	—	—	—	4,1—4,9 Ni		1720	1750
Pt-Ag	70,0	—	—	—	30 Ag		1185	1560
Pt-Au	30,0	—	—	—	70 AU	0,23	1200	1440

Приложение 3

НИКЕЛЕВЫЕ ПРИПОИ

41. Никелевые припои с бором, фосфором и бериллием

Содержание элементов, % (Ni — остальное)							Температура, °С	
Cr	Si	C	Fe	B	P	Be	начала плавления	полного расплавления
13—20	—	—	—	3—5	—	—	1010	1070
—	—	—	4	16	—	—	—	1020
10	4,5	—	9	3,5	—	—	—	1004
16	4,0	—	4	4,0	—	—	—	1030
—	3,5	—	—	2,0	—	—	—	—
11,5	7,0	—	—	0,3	—	—	—	—
6	5,0	0,1	2,5	3	—	—	—	1045
18	—	—	—	4	—	—	—	1100
—	4,5	—	—	3,0	—	—	—	1010
—	4,0	1	4	4	—	—	—	1020
—	4,0	0,5	—	2,5	—	—	—	1020
7	4,0	0,5	3	3	—	—	—	1000
16,5	4,5	1	4,5	3,5	—	—	1010	1066
6	5 0	2,5	3	—	—	—	—	1120
13,5	4,5	8	4,5	3,5	—	—	—	1130
14	4,0	—	—	3	—	—	—	1130
—	0,5	3,5	0,5	2,2	—	—	—	1120
13	—	—	—	—	10	—	—	900
—	4,5	—	3	—	6,5	—	—	980
12,0	10,0	—	—	—	1,0	—	—	1120
12,0	20,0	—	—	—	1,0	—	—	980
—	3,5	—	—	—	—	2,25	—	1055
—	4,5	—	—	—	—	2,90	—	992
7,1	4,5	—	—	—	—	2,90	—	996
15,0	4,5	—	—	—	—	3 5	—	—

42. Никелевые припои с кремнием, железом и индием

Содержание элементов, % (Ni — остальное)				Температура, °С	
Cr	Fe	Si	In	начала плавления	полного расплавления
14	6	—	—	1395	1425
20	—	10	—	—	1170
—	—	—	39	910	—
17	—	9,2	9,2	1030	—
33,3	—	16,7	16,7	—	—
18	—	—	11	—	1120
20	10	—	—	—	1120
—	2	12	—	—	1130

43. Никелевые припои с кобальтом, титаном, оловом и алюминием

Содержание элементов, % (Ni — остальное)							
Cr	Fe	C	Co	Mo	Sn	Ti	Al
15	0,36	0 02	—	—	—	0,5	3,0
15	7,0	0 04	—	—	—	2,5	0,6
20	0,6	0,10	13,7	4,15	—	2,29	2,87
15	1,0	0,10	29,0	30	—	2,0	3,0
4	—	—	4	—	29	—	—
—	—	—	6	—	30	—	—
—	—	—	8	—	29	—	—
—	—	—	6	—	35	—	—
—	—	—	5	—	—	28*1	—

*[1]Содержит 15% Cu

44. Никелевые припои с марганцем, молибденом, кремнием и другими элементами

Содержание элементов, % (Ni — остальное)					Температура, °С	
Cr	Fe	Si	Mn	Mo	начала плавления	полного расплавления
—	2	14	0,2	24	1115	1160
—	0,6	10	0,07	17	—	1160
—	—	8	4	17	1050	1150
5	—	10	—	16	1140	1190
—	—	7	8	15	1120	1150
13	—	8	—	15	1040	1190
—	—	5	17	15	980	1010
—	—	5	22	15	965	1000
—	—	5	20	9	1040	1090
10	—	5	13	9	1150	1190
—	—	—	20	—	1250	1280
6—12	—	0,5—1,5	20—30	0,5—0,7	—	1140
8—10	—	—	27—30	—	1120	1150
20	—	10	10	—	—	—
14—16*1	3—5	4—5	—	—	980	1050
16*2	1	1	24	—	—	—
15	8	4	21	—	—	—
19	—	10	10	0,06	—	—
—	—	—	31*3	—	—	1120
10—30	—	0,5—2	20—30	0,3 B	950	1070

*1 Припой марки ВПр11 содержит также 0,5-0,6% C, 2—3% B. 0,1-1,0% AL

*2 Содержит также 0,1% C.

*3 Содержит также 21% Pd

45. Никелевые припои, применяемые в США

Марка	Содержание элементов, % (Ni— остальное)						Температура, °С		
	Cr	B	Si	Fe	C	Другие элементы	начала плавления	полного расплавления	пайки
NST (AMS4775)	13,5	3,5	4,5	4,5	0,8	—	980	1040	1100
NiLC (AMS4776)	13,5	3,5	4,5	4,5	0,15	—	970	1080	1130
MLM (AMS54777)	6,5—8,5	3,0	4,5	2,5	0,06	—	970	1000	1050
N130 (AMS4778)	—	3,0	4,5	—	0,15	—	980	1040	1070
NW9 (Nicrobraz)	11,5	3,0	3,5	3,5	0,15	—	970	1100	1150
N10 (Nicrobraz—10)	—	—	—	—	0,15	11P	880	880	980
G981 (Nicrobraz—30)	19,0	—	10,0	—	0,1	—	1080	1130	1170
N50 (Nicrobraz—50)	13,0	—	—	—	0,1	10P	930	1040	—
N60 (Nicrobraz—60)	—	—	8,0	—	0,1	17,0Mn	—	1030	—
N45 (Nicrobraz-45)	—	—	4,5	—	—	6P	—	—	1010
N130 (Nicrobraz—130)	—	3,0	4,5	—	—	—	—	—	1070
N40 (Nicrobraz—40)	—	—	9	2	—	9P	—	—	1150
N20 (Nicrobraz—20)	—	-	12	2	—	—	—	—	1160
N150 (Nicrobraz—150)	3 5	—	—	—	—	—	—	—	1150
Endewrance 57	5	—	—	34	—	7 Co, 11P	—	—	1150
Endewrance 56	16	3,5	4,5	4	—	—	—	—	1150
Endewrance 50	—	1,9	3,5	—	—		—	—	1100
Endewrance 53	7,0	2 9	4,5	3,0	—	—	—	—	1050

Приложение 4

ЖЕЛЕЗНЫЕ И МАРГАНЦЕВЫЕ ПРИПОИ

46. Железные припои

Содержание элементов, %								Температура, °С	
Fe	Cr	Ni	Al	W	Si	B	Ta	начала плавления	полного расплавления
67—55	13—19	—	—	17—22	—	3—4	—	1260	—
До 83	7—11	—	—	—	2—4	1—2	—	1315	—
60	—	—	—	—	—	—	40	—	1400
74	18	8	—	—	—	—	—	—	1425
55	25	20	—	—	—	—	—	—	1455
70	25	—	5	—	—	—	—	—	1480

47. Марганцевые припои

Содержание элементов, %					Температура полного расплавления, °С
Mn	Ni	Cu	Cr	P	
60	40	—	—	—	1005
68	32	—	—	—	1010
55	36	—	9	—	1120
70	30	—	—	—	1135
60	30	10	—	—	—
54	36	—	—	10	1170
54	36	—	10	—	—
50	40	10	—	—	—

Приложение 5

АЛЮМИНИЕВЫЕ ПРИПОИ

48. Алюминиевые припои, применяемые в Чехословакии (по GSN)

Марка (стандарт)	Содержание элементов %			Примеси %, не более	Температура, °С		
	Si	Mn	Fe		начала плавления	полного расплавления	пайки
Al—Si—5 (424232)	4,5—6,0	0,2	0,5	0,9	577	625	625—640
Al—Si—12 (424230)	11,5—13 5	0,3—0,6	0,5	0,7		600	600—630

49. Алюминиевые припои

Марка	Содержание элементов, % (Al — остальное)								Примеси, %, не более	Температура °С	
	Zn	Cu	Si	Cd	Pb	Ag	Mn	Ge		начала плавления	полного расплавления
Германиевый № 1	—	—	4,5	—	—	—	—	31,5	0,5	460	480
Германиевый №2	—	—	5,5	—	—	—	1,5	28,0	0,5	440	460
В65	24—26	20	3,5	—	—	—	—	—	0,5	490	500
34 А	—	27—29	5,5—6,5	—	—	—	—	—	0,45	—	525
П550А	—	27	6	15	15	—	—	—	0,5	530	550
П575А	19—21	—	—	—	—	—	—	—	0,35	550	575
Силумин *[1]	—	—	10—13	—	—	—	—	—	—	580	590
П590А	—	9—11	0,9—1,1	—	—	—	—	—	0,35	560	590
35А	—	20—22	6,5—7,5	—	—	—	—	—	0,45	—	540
—	—	—	—	—	—	40	—	—	—	430	535
—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	630
—	—	—	—	—	—	29,5	—	—	—	566	566
—	—	—	5	—	—	—	—	31,5	—	460	500
—	—	—	4	—	—	—	—	34,0	—	455	485
—	—	—	3,5	—	—	—	—	36,0	—	422	486
АЛ2	0,3	0,6	10—13	—	—	—	0,5	—	—	477	600

[1] ГОСТ 1521-76

50. Алюминиевые припои, применяемые в США (по ASTM)

Марка	Содержание элементов, %				
	Si	Cu	Fe	Zn	Mg
BAlSi-2	6,8—8,2	0,25	0,8	0,20	—
BAlSi-1	4,0—6,0	0,30	0,8	0,10	0,05
BAlSi-3	9,3—10,7	3,3—4,7	0,8	0,20	0,15
BAlSi-4	11 3	0,30	0 8	0,20	0,10

Марка	Содержание элементов %			Температура, °С		
	Mn	Cr	Al	начала плавления	полного расплавления	пайки
BAlSi 2	—	—	91,95—90,55	577	600	600—615
BAlSi 1	0,05	—	94,70—92,70	577	625	625—640
SAlSi 3	0,15	0,15	85,95—83 15	540	580	580—640
BAlSi-4	0,15	—	77 32	577	600	600—640

Приложение 6

МАГНИЕВЫЕ ПРИПОИ

51. Магниевые припои

Марка	Содержание элементов, %					Температура, °С	
	Mg	Al	Zn	Mn	Другие элементы	начала плавления	полного расплавления
П380Мг	72—75	2,0—2,5	23—25	—	—	—	560
П430Мг	84,0—86,25	0,75—1,0	13—15	—	—	—	600
AZ-92	88—90	8,3—9,7	1,7—2,3	0,1	0,002 Be	595	600
AZ-125	83	12	5	—		560	625
—	52,5	21,5	0,30	0,20	25,50 Cd	—	415
—	72,5	26	1,25	0,25	—	—	435
BMg	87—89,7	8,3—9,7	1,7—2,3	0,10	0,3 Si	435	564

52. Прочность паяных стыковых соединений на магниевых сплавах, паянных с флюсом Ф380Мг

Паяемый металл	Марка припоя	σ_B, МПа
МА 1	П430Мг	115,84
МА 8		93,1
МА 2	П380Мг	78,4
МА 1		083,3

Приложение 7

ОЛОВЯНО-СВИНЦОВЫЕ ПРИПОИ

53. Химический состав оловянно-свинцовых припоев и область их применения

Марка	Химический состав, % (Pb — остальное)		Назначение
	Sn	Sb	
Бессурьмянистые			
ПОС 90	89—91		Лужение и пайка внутренних швов пищевой посуды и медицинской аппаратуры
ПОС 61	60—62		Лужение и пайка электро- и радиоаппаратуры, печатных плат, точных приборов с высокогерметичными швами, где недопустим перегрев
ПОС 40	39—41		Лужение и пайка электроаппаратуры, деталей из оцинкованного железа с герметичными швами
ПОС 10	9—11	—	Лужение и пайка контактных поверхностей электрических аппаратов, приборов, реле
ПОС 61М*1	60—62		Лужение и пайка медной проволоки в кабельной промышленности и ювелирной технике
ПОСК 50—18*2	49—51		Пайка деталей, чувствительных к перегреву, и порошковых материалов
Малосурьмянистые			
ПОССу 61—0,5	60—62		Лужение и пайка электроаппаратуры обмоток электрических машин, оцинкованных радиодеталей
ПОССу 50—0,5	49—51		Лужение и пайка авиационных радиаторов, пайка пищевой посуды с последующим лужением пищевым оловом
ПОССу 40-0,5	39—41	0,2—0,5	Лужение и пайка белой жести, обмоток электрических машин, пайка оцинкованных деталей
ПОССу 35-0,5	34—36		Лужение и пайка свинцовых кабельных оболочек электротехнических изделий
ПОССу 30—0,5	29—31		Лужение и пайка листового цинка, радиаторов
ПОССу 25—0,5	24—26		Лужение и пайка радиаторов
ПОССу 18—0,5	17—18		Лужение и пайка трубок теплообменников электроламп
Сурьмянистые			
ПОССу 95—5	94—96	4,0—6,0	Пайка в электропромышленности, пайка трубопроводов
ПОССу 40—2	39—41		Лужение и пайка холодильных установок (припой широкого назначения)
ПОССу 35—2	34—36		Пайка свинцовых труб, абразивная пайка
ПОССу 30-2	29—31	1,5—2,0	Лужение и пайка в холодильном аппаратостроении, абразивная пайка
ПОССу 25—2	24-26		
ПОССу 18—2	17—18		
ПОССу 15—2	14—15	1,5—2,0	Пайка в автомобильной промышленности
ПОССу 10—2	9—10		
ПОССу 8—3	7—8	2,0—3,0	Лужение и пайка в электроламповом производстве
ПОССу 5—1	4—5	0,5—1,0	Лужение и пайка деталей, работающих при повышенных температурах
ПОССу 4—6	3—4	5,0—6,0	Пайка белой жести, латуни и меди

*1 Содержит 1,5—2,0% Cu.

*2 Содержит 17—19% Cd.

Примечания к таблице 53.

1. Примеси, %, не более:

бессурьмянистые: ПОС 90: Sb i 0,05; Cu i 0,05; Bii0,1; Asi0,02; Ni i 0,02; S i 0,02; Zn i 0,002; Al i 0,002; Fe i 0,02. ПОС 61, ПОС 40, ПОС 10; Sb i 0,05; Cu i 0,05; Bi i 0,1;: As i 0,03; Ni i 0,02; Fe i 0,02; Zn i 0,002; Al i 0,002; S i 0,02. ПОС 61М. ПОСК 50—18: Sb i 0,2; Cu i 0,08; Bi i 0,1; As i 0,02; Ni i 0,02; Zn i 0,002; Al i 0,002; S i 0,02; Fe i 0,02;

малосурьмянистые: Cu i 0,08; Bi i 0,l; As i 0,03; Fe i 0,02; Ni i 0,02; S i 0,02; Zn i 0,002; Al i 0,002;

сурьмянистые: Cu i 0,10; Bi i 0,2; As i 0,05; Fe i 0,02; Ni i 0,08; S i 0,02; Zn > 0,002; Al i 0,002, ПОССу 95—5: Cu i 0,08; Bi i 0,1; As i 0,05; Fe i 0,02; Ni i 0,02; S i 0,02; Zn i 0,02; Al i 0,002; Pb i 0,07.

2. Малосурьмянистые припои не рекомендуются для пайки цинковых и оцинкованных деталей.

54. Механические свойства оловянно-свинцовых припоев при разных температурах

Марка	Температура испытания, °С	$\sigma_В$, МПа	δ, %	$\tau_{ср}$, МПа
	85	26,6	60	—
	20	35,2	52	38
	—30	93,9	22	—
ПОС 40	—50	—	—	62,7
	—60	115,8	16	—
	—96	123,4	14	78,6
	—183	131,6	3	94,5
	—196	131,6	2	98,6
ПОССу 30—0,5	85	25,5	50	—
	20	35,2	45	34,4
	—30	76,5	22	—
	—50	—	—	57,2
	—60	77,5	16	—
	—96	106,0	10	68,0
	—183	113,7	4	88,2
	—196	117,5	2	88,2
ПОССу 18—0,5	85	27,6	—	—
	20	35,2	50	35,2
	—30	64,0	—	—
	—50	—	—	51,7
	—60	64,0	5	—
	—96	72,3	4	64,8
	—183	99,3	3	78,6
	—196	108,9	2	80,6

55. Предел прочности паяных соединений, выполненных оловянно-свинцовыми припоями при разных температурах ($\tau_{ср} \cdot 10^6$ Па)

Паяемый металл	Марка припоя	Температура испытания °С					
		−196	−183	−96	−50	20	85
Л63	ПОС 40	—	58,6	37	33,8	23 4	13,8
Сталь 20	ПОС 40	54,5	52,0	51,0	48,3	26,8	21,3
12Х18Н10Т	ПОС 40	39,3	39,3	32,4	26,8	22,7	19,8
Л63	ПОССу 30—0,5	—	71,7	59,3	33,0	31,7	13 8
Сталь 20	ПОССу 30—0,5	51,7	48,3	45,3	36,5	32,4	19,8
12Х18Н10Т	ПОССу 30—0,5	48,9	21,4	36,5	22 5	21,3	17 9
Л63	ПОССу 18—0 5	39,0	51,0	39,5	36,5	27,5	13,7
Сталь 20	ПОССу 18—0,5	39,3	55,2	47,6	43,4	27,0	16 5

56. Физико-механические свойства оловянно-свинцовых припоев

Марка	Температура, °С		γ, кг/м³	ρ•10², Ом•м	λ, кВт/(м•°С)	σв, МПа	δ, %	$a_к$, кДж/М²	*НВ*
	начала плавления	полного расплавления							
ПОС 90	183	220	7 600	12,0	54,42	48,3	40	420	15,4
ПОС 61	183	190	8 500	13,9	50,24	42,1	46	390	14,0
ПОС 40	183	238	9 300	15,9	41,86	37,2	52	400	12 5
ПОС 10	268	299	10 800	20,0	35,17	31,7	44	320	12,5
ПОС 61М	183	192	8 500	14,3	48,98	44,1	40	110	14,9
ПОСК 50—18	142	145	8 800	13,3	54,42	39,3	40	490	14,0
ПОССу 61—0,5	183	189	8 500	14,0	50,24	44,1	35	370	13 5
ПОССу 50—0,5	183	216	8 900	14,9	46,89	37,2	62	440	13,2
ПОССу 40—0,5	183	235	9 300	16,9	41,86	39,3	50	400	13,0
ПОССу 35—0 5	183	245	9 500	17,2	41,86	37,2	47	390	13,3
ПОССу 30—0,5	183	255	9 700	17,9	37,68	35,2	45	390	13,2
ПОССу 25—0,5	183	266	10 000	18,2	37,68	35,2	45	390	13,6
ПОССу 18—0,5	183	277	10 200	19,8	35,17	35,2	—	360	—
ПОССу 95—5	234	240	7300	14,5	46,05	39,3	46	550	18,0
ПОССу 40—2	185	229	9 200	17,2	41,86	42,1	48	280	14,2
ПОССу 35—2	185	243	9 400	17,9	37,68	39,3	40	200	—
ПОССу 30—2	185	250	9600	18,2	37,68	39,3	40	250	—
ПОССу 25—2	185	260	9 800	18,5	37,68	37,2	35	240	—
ПОССу 18—2	186	270	10 100	20,6	33,91	35,2	35	190	11 7
ПОССу 15—2	184	275	10300	20,8	33,49	35,2	35	190	12,0
ПОССу 10—2	268	285	10 700	20,8	33,49	34,5	30	190	10,8
ПОССу 8—3	240	290	10 500	20,7	33,91	39,3	43	170	12,8
ПОССу 5—1	275	308	11 200	20,0	35,16	32,4	40	280	10,7
ПОССу 4—6	244	270	10700	20,8	33,49	63,7	15	80	17,3

57. Оловянные припои с цинком, серебром, сурьмой, медью, кадмием

Марка	Содержание элементов %						Примеси, %, не более	Температура °С	
	Sn	Zn	Ag	Sb	Cu	Cd		начала плавления	полного расплавления
П200А	89—91	9—11	—	—	—	—	0,35	199	210
П250А	79—81	19—21	—	—	—	—	0,35	199	250
Sn70Zn	69—71	29—31	—	—	—	—	0,35	200	315
Sn60Zn	59—61	39—41	—	—	—	—	0,35	200	345
ВПр6 (ПСрОСу8)	83—86	—	7,5—8,5	7,0—8,0	—	—	0,5	235	250
ВПр9 (ПСрМ05)	90,8—93,2	—	4,5—5,5	0,5—1,5	1,5—2,5	—	0,5	215	240
П150А	37,5—39,6	3,5—4,1	—	—	—	56,7—58,7	0,35	150	165
4223-1	70—80	20—30	1—2	—	—	—	0,3	260	280
4223-2	50—60	40—44	2—3	2—4	—	—	0,3	320	350
ВЭ49	55	43,5	1,5	—	—	—	0,3	190	400
П170А	78—80	—	0,9—1,1	—	—	19—20	0,3	170	175
ПОССр2 *[1]	57,8—59,8	—	1,9—2,1	J0,3	—	—	0,35	169	173
ПОССр3	96,7—97,3	—	2,7—3,3	—	—	—	0,3	220	220

*[1] Содержит 37,6—39,5% Pb.

58. Оловянно-свинцовые припои, применяемые в Чехословакии (по GSN)

Марки	Содержание элементов, % (Pb — остальное)		Температура пайки, °С
	Sn	Sb	
Sn99—Pb	99,6	—	240
Sn99—Pb	89—91	—	222—270
Sn60—Pb	69—61	J0,5	190—240
Sn50—Pb	49—51	J0,5	220—270
Sn40—Pb	39—41	J2,0	230—280
Sn30—Pb	29—31	J2,0	250—300
Sn18—Pb	17—19	J2,5	270—320
Sn8—Pb	7—9	J2,5	310—360
Sn4—Pb	3—4	J2,4	320—370

59. Оловянно-свинцовые припои, применяемые в ФРГ (по DIN 1730)

Марки	Содержание элементов, % (Pb — остальное)		Температура пайки, °С
	Sn	Sb	
LSn98	97,5—98,5	—	230
LSn60	59,5—60,5	J3,2	200
LSn50	49,5—50,5	J3,3	230
LSn40	39,5—40,5	J2,7	230
LSn35	34,5—35,5	J2,3	250
LSn33	32,5—33,5	J2,2	250
LSn30	29,5—30,5	J2,0	250
LSn25	24,5—25,5	J1,7	270
LSn8	7,6—8,6	J0,6	300

60. Оловянно-свинцовые припои, применяемые в Англии

Марка	Содержание элементов, % (Pb — остальное)		Температура полного расплавления °С
	Sn	Sb	
A	64—65	≤0,6	185
K	59—60	≤0,5	188
F	49—50	≤0,5	212
B	49—50	2,5—3,0	204
R	44—45	≤0,4	224
M	44—45	2,3—2,7	215
G	39—40	≤0,4	234
C	30—40	2,0—2,4	227
H	34—35	≤0,3	255
J	29—30	≤0,3	255
D	29—30	1,0—1,7	248
V	19—20	≤0,2	277
N	18—18 5	0,75—1,0	275

61. Оловянно-свинцовые припои, применяемые в США (по ASTM)

Марка	Содержание элементов, % (Pb — остальное)		Температура полного расплавления, °С
	Sn	Sb	
70A	70	≤0,12	192
70B		≤0,50	
60A	60	≤0,12	190
60B		≤0,50	
50B	60	≤0,12	216
50B		≤0,50	
45A	45	≤0,12	227
45B		≤0,50	

Приложение 8

СВИНЦОВЫЕ ПРИПОИ

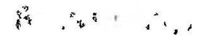
62. Свинцовые припои с висмутом, кадмием и оловом

Марка	Содержание элементов,% (Pb — остальное)			Примеси, не более	Температура, °С %,	
	Sn	Cd	Bi		начала плавления	полного расплавления
—	23	—	11	—	—	230
ПОСК 50	49,0—51,0	17,0—19,0	—	0,35	142	145
ПОСВ 33	32,4—34,4	—	32,3—34,3	0,3	120	130
—	10	2	—	—	—	275
—	3	22	—	—	—	237
—	10	5	—	—	—	260
—	10	10	—	—	—	253
—	25	—	15	—	—	210
—	22	—	27	—	—	150
—	43	—	14	—	—	163
—	37	—	21	—	—	152
ПОСВ 50	24,5—25,5	—	49,0—51,0	0,3	90	92

63. Припои на основе свинца с серебром

Марка	Содержание элементов, %				Примеси, %, не более	γ, кг/м³	Температура,	
	Pb	Ag	Sn	Другие элементы			начала плавления	полного расплавления
ПСр 3 *[1]	96—98	2,7—3,3	—	—	0,5	11 300	300	305
ПСр 2,5 *[1]	91—93	2,2—2,8	5,0—6,0	—	0,5	11 000	295	305
ПСр 2 *[1]	61,5—64,5	1,7—2,3	29,0—31,0	4,5—5,5 Cd	0,5	9600	225	235
ПСр 1,5 *[1]	82—85	1,2—1,8	14—16	—	0,5	10 400	265	270
—	93,5	1,5	5,0	—	—	—	296	301
—	97,5	1,5	1,0	—	—	—	309	310
—	98—95	5—6	1,2	—	—	—	302	304
ВПр12	Основа	4,5—5,5	39—41	4,5—5,5 Cu 1,3—1,7 Sb 0,1—0,2 P	0,5	9 380	220	300
ВПр18	Основа	1,2—1,8	4,5—5,5	6,0—8,0 In	0,5	10 300	295	305

*[1] ГОСТ 19738-74.



Приложение 9

ИНДИЕВЫЕ ПРИПОИ

64. Индиевые многокомпонентные припои

Содержание элементов, %								Температура полного расплавления, °C
In	Cd	Pb	Sn	Ag	Zn	Tl	Bi	
25	—	75	—	—	—	—	—	231
80	—	15	—	5	—	—	—	156
97,2	—	—	—	—	2,8	—	—	143
42,8	—	7,8	46,8	—	—	2,6	—	121
50	—	—	50	—	—	—	—	120
44,2	—	—	46,8	—	—	9,0	—	117
74	24,25	—	—	—	1,75	—	—	116
48,2	—	4	46	—	1,8	—	—	108
44	14	—	42	—	—	—	—	93
44,2	13,6	—	41,4	—	—	0,8	—	90
66	—	—	—	—	—	—	34	72
74	26	—	—	—	—	—	—	123
97	—	—	—	3	—	—	—	141

Приложение 10

ЦИНКОВЫЕ, КАДМИНИЕВЫЕ И ВИСМУТОВЫЕ ПРИПОИ

65. Цинковые припои

Марка	Содержание элементов, % (Zn — остальное)								Температура, °С	
	Al	Cu	Cd	Sn	Ag	Si	Pb	Mn	начала плавления	полного расплавления
В63	8	3—5	—	0,5	—	—	1,5	—	360	420
ПЦАМ-65	19—20	14—15	—	—	—	—	—	—	330	420
П300А	—	—	39—41	—	—	—	—	—	266	310
П425А	19—21	14-16	—	—	—	—	—	—	415	425
П480А	19—21	14-16	—	—	—	—	—	0,5—0,7	480	490
Мосэнерго «Б»	—	—	25	35	—	—	—	—	250	300
ПЦАМКд-45	13,5	10	31,5	—	—	—	—	—	320	340
ПЦАМКд-40	11,5	8,5	40,0	—	—	—	—	—	290	310
ПСр5АКЦ	2—3	—	—	—	4—5	≤0,15	—	—	400	420
ПАКЦ	19—20	—	—	—	—	≤0,15	—	—	420	450
ПЦАМ8М	8	5	—	0,6	—	—	1,4	—	360	410
—	—	—	40	—	—	—	—	—	266	335
—	—	—	20	15	—	—	—	—	163	346
—	—	—	—	40	—	—	—	—	199	370
Мосэнерго «А»	—	1,5	—	40	—	—	—	—	200	370
—	7	4	—	0,5	—	—	0,5	—	370	380
—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	380
—	19—21	4—5	—	—	—	—	—	—	377	395
48*[1]	11	7	—	—	—	—	—	—	385	389
ВПр23	4—6	0,2— 0,3 Co	2,0—2,5	—	—	—	—	0,9— 1,5 Mg	315	365

*[1] Содержит 0,5% Co.

66. Цинковые припои, применяемые за рубежом

Страна	Марка	Содержание элементов, %, (Zn — остальное)					Температура пайки,°С
		Cu	Al	Sn	Cd	Mg	
Англия ЧССР	— Zn80Sn	6,5 —	6,0 —	5,0 18,0	5 —	— —	300 390—440
ГДР	LZnCd40 LZnAl15 LZnSn LZnCd	— — — —	4 15 — 39	— — 39 —	35—45 — — 4	— — — —	330—350 390—430 355—400 320
США Япония	— —	2 2,6—3,7	5 3,7—4,8	5 4,2 —8,5	— —	— 0,03—0,05	400 350—400

67. Припои на основе кадмия

Марка	Содержание элементов % (Cd остальное)							Температура полного расплавления, °C
	Zn	Ag	Mg	Ni	Sn	Al	Cu	
К-1	0,8—1,7	2,5—3,5 5,0	—	—	—	—	—	325
Cd + 5% Ag	—	5,0	—	—	—	—	—	393
—	16,0	15,0	—	—	—	—	—	285
—	15,0	—	—	—	—	—	—	400
К83-17	17,4	—	—	—	—	—	—	266
LCdZn20	17-25	2,5—3,5	—	—	—	—	—	280
К-3	—		0,03—0,08	—	—	—	—	330
—	40	—	—	—	—	—	—	310
ПСр 3КД*1	0,5—1,5	2,5—3,5	—	—	—	—	—	325
—	—	11—13	0,1—0,2	—	—	—	—	420
ПСр 8КЦН	5—7	7—9	—	1,5—2,5	—	—	—	370
ПСр 5КЦН	1,5—2,5	4—6	—	1,5—2,5	—	—	—	355
—	30	—	—	—	3—5	—	—	294
—	3,8	—	—	—	38,5	—	—	150
—	3,5	—	—	—	45	—	—	170
—	20	—	—	—	30	—	—	277
ПЦАМКд33 ПЦАМКД40	32—34	—	—	—	—	9,5	7,0	260
ПЦАМКД45	39—41	—	—	—	—	11—12	8—9	310
	45	—	—	—	—	13,5	9,5—10,5	340
—	50	—	—	—	—	—	—	320
—	30	—	—	—	—	—	—	332

*1 ГОСТ 19738-74.

68. Механические свойства кадмиевых припоев в литом состоянии

Марка	Температура испытания, °C									
	–60		20		150		200		250	
	$\sigma_в$, МПа	δ, %	$\sigma_в$, МПа	δ, %	$\sigma_в$, МПа	δ, %	$\sigma_в$, МПа	δ, %	$\sigma_в$, МПа	δ, %
К-1	—	—	132,4	—	—	—	34,5	—	7,8	—
К-3	—	—	113,0	40,0	—	—	40,0	—	31,6	—
К83-17	—	—	117,9	25,8	—	—	—	—	—	—
ПСр5КЦН	147,5	0,4	151,7	3,5	88,3	7	44,2	17	39,3	3,2
ПСр8КЦН	186,8	1,0	147,6	3,0	—	—	39,3	4	—	—
Cd + 5% Ag	—	—	111,0	31,3	26,9	93,7	17,9	93,7	31,6	21,9

69. Висмутовые припои

Марка	Содержание элементов, % (Bi — остальное)					Температура полного расплавления, °C
	Pb	Sn	Cd	In	Ti	
—	22,4	10,8	8,2	18	—	26
—	18,0	12,0	—	21,0	—	58
Сплав Вуда	24,5—25 3	12,0—13,0	12,0—13,0	—	—	60
Сплав Арсенваля	45,1	9,6	—	—	—	79
—	35,1	20,1	9 5	—	—	80
—	33,3	—	—	—	11,5	91
Сплав Розе	25,0	25,0	—	—	—	94
—	27,5	13,9	—	—	16,6	93
—	22,0	15,9	—	—	—	100
—	—	26,0	20,0	—	—	103
—	14,8	25,8	—	—	—	114
—	22,0	22,0	—	—	—	110
Сплав Липовица	26,67	13,63	10,0	—	—	—
—	—	—	30,0	—	10	123
—	—	32,6	—	—	6,2	128
—	—	—	38,5	—	21,1	144
—	8,3	—	30,5	—	21,2	149
—	31,3	—	—	—	25	167

Приложение 11

ГАЛЛИЕВЫЕ И ТИТАНОВЫЕ ПРИПОИ

70. Галлиевые припои

Марка	Содержание элементов, %						Температура, °С	
	Ga	Te	Zn	Sn	In	Ag	начала плавления	полного расплавления
—	100	—	—	—	—	—	—	29
—	99,5	0,5	—	—	—	—	—	27
—	95	—	5	—	—	—	25	25
—	92	—	—	8	—	—	20	20
—	82	—	6	12	—	—	—	17
—	76	—	—	—	24	—	16	16
—	67	—	4	—	29	—	—	13
—	62	—	—	13	25	—	—	5
—	61	—	1	13	25	—	—	3
ГИС	73,8—74,2	—	—	—	23,8—24,2	1,9—2,1	—	—
№ 2*1	55	—	—	11	25	—	10	10

ГИСМ Сплав ГИС (34—36 %) + медный порошок (64—66 %)

*1 Содержит 1 % Zr, 4 % Cd, 4 % Mg

71. Титановые припои

Содержание элементов, % (Ti — остальное)							Температура, °С		$\tau_{ср}$, МПа, при пайке титана
Ni	Pd	Cu	Co	Be	Zn	Другие элементы	начала плавления	полного расплавления	
28	—	12	—	—	—	—	—	—	—
52	—	15	5	—	—	—	—	—	255—412
—	—	—	—	4	—	48 Zr	—	—	—
20	—	10	—	—	—	—	—	—	255
—	46	—	—	2	—	—	—	—	284—823
—	—	40	—	—	—	—	255	986	—
28	—	—	—	—	—	—	955	955	—
—	—	—	—	5	40	—	—	—	264-303
—	—	—	—	—	—	27 Fe, 10 Mo	—	—	—
43,7	—	—	—	—	—	4,2 Si	950	1000	—
—	—	-	5	5	40	—			500—932
—	—	—	—	—	—	10 V, 27 Fe	—	—	—
—	—	-	—	4	—	28 V	-	—	—
—	—	50	—	—	—	3,5 Si		975	—
—	—	—	28	—	—	3,0 Fe	1025	1025	—

72. Титановые припои с цирконием, ванадием, ниобием, хромом и бериллием

Содержание элементов, % (Ti — остальное)						Температура, °С			Паяемый материал
Zr	V	Nb	Cr	Ta	Be	начала плавления	полного расплавления	пайки	
30—38	26—30	—	—	18—22	—	1500	1550	1710	Ниобий и его сплавы
—	30	—	—	—	—	—	1630	1650	
48	—	—	—	—	4	950	—	1050	
—	—	—	33	—	—	1400	1450	1500	
—	15	—	5	—	—	—	—	1650	
50	—	—	—	—	—	1610	1620	1670	
—	27	9	—	—	—	—	—	1650	
56	28	—	—	—	—	1150	1205	1250	Вольфрам Молибден и его сплавы
—	—	80	—	—	—	2205	2260	2400	
—	20	—	—	—	—	1650	—	1700	

Приложение 12

ПОРОШКООБРАЗНЫЕ, ПАСТООБРАЗНЫЕ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПРИПОИ

73. Легкоплавкие паяльные пасты

Компоненты	Содержание, %	Характеристика, назначение
Порошок припоя ПОССу 30—2	75—80	Имеет устойчивое коллоидное состояние при температурах –5 – +40°С
Хлористый цинк	7—8	
Хлористый натрий	0,40—0,60	Требует удаления остатков флюса тщательной промывкой
Хлористый аммоний	0,04—0,10	
Крахмалит	0,2—0,4	
Вода	10—18	
Порошок припоя ПОССу 30—2	75—80	При продолжительном хранении имеет устойчивое коллоидное состояние при температурах –50 – +50°С
Бензойная кислота	0,5—0,8	
Глицерин	16—18	
Алюминий хлористый	0,5—0,8	Удаление остатков флюса по стали и меди необязательно
Поливиниловый спирт (ПВС-1)	0,3—0,5	
Вода	3—5	
Порошок припоя ПОССу 30—2	75—80	Для пайки стали, никеля, меди и латуни
Вазелин	18—22	
Бензойная кислота	1,2—1,3	Удаление остатков флюса необязательно
Аммоний хлористый	1,2—1,3	
Эмульгатор ОП-7	0,4—0,6	
Спирт	30	Флюсующий состав смешивается с порошком припоя в соотношении 1 6
Глицерин	45	
Хлористый аммоний (насыщенный водный раствор)	18	Удаление остатков флюса необязательно
Солянокислый анилин	5	
Триэтаноламин	2	



Приложение 13

ФЛЮСЫ ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПАЙКИ

1. Высокотемпературные фторидно- и боридно-галогенидные флюсы (ГОСТ 23178-78)

Компоненты	Содержание (массовые доли), %	Температурный интервал активности, °C	Назначение и характеристика
Бура ($Na_2B_2O_7$) Окись бора (B_2O_3) Фтористый кальций (CaF_2) (флюс — ПВ200)	18—20 65—67 14—16	800—1200	Пайка коррозионно-стойких и конструкционных сталей, жаропрочных сплавов высоко- и среднеплавкими припоями
Бура Окись бора Фтористый кальций Лигатура (Al 48 %, Cu 48 %, Mg 4 %) (флюс — ПВ201)	11—13 76—78 9,5—10,5 0,9—1,1		Пайка коррозионно-стойких и конструкционных сталей, жаропрочных сплавов высоко- и среднеплавкими припоями Флюс ПВ201 более активен, чем ПВ200, за счет введения в последний лигатуры алюминий — медь — магний
Калий фтористый Окись бора Тетрафторборат калия (KBF_4) (флюс — ПВ209)	41—43 34—36 22—24	700—900	Пайка коррозионно-стойких и конструкционных сталей, меди и медных сплавов среднеплавкими припоями
Борная кислота Гидрат окиси калия Фтористоводородная кислота (HF) (флюс — ПВ209Х)	34,8—36,8 27,9—29,9 34,3—36,3		Пайка коррозионно-стойких и конструкционных сталей, меди и медных сплавов среднеплавкими припоями Флюс ПВ209 имеет такое же содержание бора фтора, калия и кислорода, как и флюс ПВ209Х
Борная кислота Гидрат окиси калия Фтористоводородная кислота (флюс — ПВ284Х)	29—31 25—27 43—46	—	Пайка коррозионно-стойких и конструкционных сталей, меди и медных сплавов среднеплавкими припоями

2. Нестандартные флюсы для пайки черных и цветных металлов при температуре выше 650°С

Компоненты	Содержание (массовые доли), %	Температурный интервал активности, °С	Назначение и характеристика
Бура Фтористый натрий Хлористый натрий	90 2,6—2,8 7,2—7,4	800—1150	Пайка чугуна латунными, легированными алюминием, припоями
Калий фторидно-водородный Борная кислота	45—55 55—45	—	Пайка сверхтвердых сплавов и высокоуглеродистых инструментальных сталей
Фтороокись калия Фторборат калия Борная кислота Раствор едкого кали (35—65%)	20—40 15 40—65 6—25	550—950	
Борная кислота Бура Фтористокислый калий Фторборат калия Фтористый литий	60—80 5—25 4—10 2—8 1—5	870—920	Пайка меди с коррозионно-стойкой сталью Флюс изготовляют путем растворения в воде при нагреве указанной смеси солей в отношении 4 1, после охлаждения флюс имеет консистенцию пасты
Борная кислота Фтористый натрий	49—53 Остальное	850	Пайка углеродистых, хромоникелевых сталей, чугуна, меди и ее сплавов (кремнистыми латунными припоями)
Борная кислота Углекислый литий Углекислый калий	50—60 20—25 20—25	—	Пайка чугуна латунными припоями
Вольфрамат кобальта Фтористый калий Фтористый натрий Окись вольфрама Окись кобальта Окись бора	0,1—8 5—8 2—4 1—10 0,1—1 Остальное	1000—1200	Пайка твердосплавных инструментов
Борная кислота Бор Фтористый натрий Бура Фтористый кальций	3—5 0,05—0,4 2—5 6—9 80—85	1200	Пайка в вакууме коррозионно-стойких сталей
Хлористый алюминий Бура Бикарбонат натрия	20 60 20	—	Пайка медных сплавов припоями системы медь — фосфор — олово — цинк
Бура Борная кислота	50 50	800—1150	Пайка углеродистых сталей, чугуна, меди, латуни, бронзы и твердых сплавов медно-цинковыми и серебряными припоями
Бура Борная кислота	80 20		
Углекислый натрий Гидроокись лития Солевой состав сплава, состоящий из 26—28 % NaF 72—74 % NaCl Борная кислота	20—25 25—30 10—20 Остальное	—	Пайка и низкотемпературная пайкосварка чугуна
Борный ангидрид Бура Фтористый калий Хлористый кобальт или хлористый никель	20—35 20—35 45—60 1—20	—	Пайка серебряными припоями порошковых сплавов на основе карбидов вольфрама, кобальта, молибдена
Бура Углекислый натрий Азотнокислый натрий Фтористый натрий	73—83 3—5 3—5 10—15	—	Пайка чугуна с коррозионностойкой сталью Например, при пайке чугуна со сталью 2Х13 латунью Л63 паяное соединение получается равнопрочным паяемому металлу — чугуну
Фтористый калий (обезвоженный) Борная кислота (флюс — 18 В)	40 60	550—850	Пайка сталей, никелевых, медных сплавов серебряными припоями
Фтористый калий Борный ангидрид Азотнокислый калий Фтористый натрий Углекислый литий Фторборат калия	10—20 15—25 5—15 5—10 2—6 Остальное	600—900	Пайка латуни кислородноацетиленовым пламенем



Компоненты	Содержание (массовые доли), %	Температурный интервал активности °С	Назначение и характеристика
Борная кислота Кристаллическая бура Фтористый натрий (или KF) Фторборат калия (или натрия) Алюминат лития (калия, натрия)	20—30 20—30 20—40 15—30 5	650—850	Для пайки изделий из коррозионно-стойких сталей меди медных сплавов припоями, содержащими 25—75 % серебра и работающими в сильно коррозионной или влажной среде (например в химической и пищевой промышленности, энерго- и холодильных установках)
Бура Бифторид аммония Борная кислота	30—40 10—20 Остальное		Пайка коррозионно-стойких, жаростойких и жаропрочных сталей
Хлористый барий Фтористый литий Хлористый цинк	Основа 8—10 26—28	850—900	Пайка алюминиевой бронзы
Тетраборат калия Фтористый калий	71—73 27-29	500—1000	Пайка сталей, меди, медных сплавов и других металлов
Хлористый натрий Хлористый калий Хлористый барий Фтористый натрий Хлористая медь Хлористое олово Бура Борный ангидрид	15—17,5 15—17,5 10—15 8—10 2—5 8—10 9—12 Остальное	650—850	Пайка преимущественно меди и ее сплавов медно-цинковыми и медно-марганцовистыми припоями Флюс обеспечивает получение высокого качества паяных швов (процент дефектов не превышает 5% площади шва)
Тетрафторборат калия Хлористый калий Хлористый литий Двухлористое олово Борный ангидрид	30—34 9—11 16—21 20—24 16—19	650—850	Пайка меди и ее сплавов
Фтористый натрий Хлористый натрий Хлористый калий Фторборат калия Бура Лигатура (0,4—0,6 % Al 0,6—0,7% Mn 1-1,7 % Ge)	2—7 3—32 16—67 58—60 37—40	1000±10	Пайка меди, ее сплавов, вольфрамового сплава, содержащего 60 % меди стали, легированной хромом, марганцем Пайка высоколегированных сталей в застойной атмосфере. инертных газов, например в аргоне с давлением
Калий фтористый Фторборат калия Кремнекислый натрий Фтористый кальций Фтористый алюминий Хлористый никель (или хлористый кобальт)	3—25 3—25 3—12 0,1—15 0,1—15 0,001—15	700—1200	Пайка конструкционных и коррозионно-стойких сталей, меди, никеля сплавов на их основе, жаропрочных сплавов Флюс имеет широкий интервал активного действия его остатки легко удаляются промывкой горячей водой
Борная кислота Бура Фтористый кальций Лигатура (48 % Al, 48 % Cu, 4 % Mg) Толченое стекло	39—41 7—8 2—3 0,2—0,3 47,7—51,8	850—1200	Пайка коррозионно-стойких и конструкционных сталей, жаропрочных сплавов, меди, никеля и сплавов на их основе Флюс имеет широкий интервал активного действия
Фторид щелочных или щелочноземельных металлов Борный ангидрид Лигатура Cu-Si (6—13% Si) Бура	— 5—15 10—60 1—21 Остальное		Пайка быстрорежущих сталей и других металлов
Бура Углекислый натрий Хлористый натрий Борная кислота Фтористый калий Фтористый кальций	7—12 4—6 4—6 25—35 16—25 Остальное		Пайка стали с медью, бронзой, латунью, бронзы с бронзой, латуни с латунью
Окислы алюминия и железа Окислы калия и натрия Окись кальция Окись магния Фтористый натрий Фтористый кальций Двуокись кремния	0,5—3 5—10 2,6—6 0,5—3 35—45 5—15 Остальное	1100—1300	Пайка коррозионно-стойких и конструкционных сталей и других металлов Флюс не вызывает эрозии металлов

Компоненты	Содержание (массовые доли), %	Температурный интервал активности, °C	Назначение и характеристика
Тетраборфторборат калия Хлористый литий Хлористый калий Хлористый кадмий	55—58 80—10 8— 10 26—28	725—775	Пайка алюминиевых бронз
Смеси боратов, фторборатов и галогенидов щелочных и щелочноземельных металлов * (B_2O_3, $Na_2B_2O_7$, NaF, KF, LiF, KBF_4, $LiBF_4$, KCl, NaCl, LiCl и др) Порошок металлов (Fe, Ni, CO, Cu и др)	Основа 0,5—1,0	—	Пайка труднопаяемых металлов, например коррозионно-стойких сталей, или вольфрама полученного спеканием, припоем системы Ag—Cu- Zn—Ni и др
Борная кислота Фтористый калий Фтористый алюминий Марганцовокислый калий Азотно-кислый никель Кремнекислый натрий	5—15 20—25 20—55 5—10 10—22 5—8	1050—1150	Пайка коррозионно-стойких сталей, жаропрочных сплавов и других металлов

* Патент США 4235647 от 12.07.1979 г. Аналогичные флюсы, например, ПВ201 в нашей стране запатентованы значительно раньше.

3. Флюсы для высокотемпературной пайки алюминия и его сплавов

Компоненты	Содержание (массовые доли), %	Температурный интервал активности, °C	Назначение и характеристика
Хлористый калий Хлористый литий Фтористый натрий Хлористый цинк (флюс — 34 А)	54—56 29—35 9—11 8—12	420—620	Пайка алюминия и его сплавов, не содержащих более 1—1,5 % Mg Нагрев печной, газопламенный, ТВЧ Исключается пламя кислородно-ацетиленовых горелок, так как понижается активность флюса
Хлористый калий Хлористый литий Фтористый натрий Хлористый цинк	28 42 6 24	420—620	
Хлористый калий Хлористый натрий Фтористый натрий Хлористое олово (флюс — Ф3)	47 38 10 5		Пайка алюминиевых сплавов типа АД1, АМц, Амг Флюс менее гигроскопичен из-за отсутствия хлористого цинка
Хлористый калий Хлористый литий Фтористый натрий Хлористое олово Хлористый кадмий (флюс — Ф5)	45 38 10 3 4		
Хлористый калий Хлористый литий Фтористый натрий Хлористый кадмий (флюс — Ф370)	47 38 5 10	560-620	
Хлористый калий Хлористый литий Фтористый натрий Хлористый цинк (флюс — Ф380)	47 38 5 10		Пайка алюминиевых сплавов в соляных ваннах
Хлористый калий Хлористый литий Карналлит (флюс — Ф17)	51 41 8	570—620	Пайка погружением в соляных ваннах
Хлористый калий Хлористый литий Хлористый цинк Хлористый натрий (флюс — ФВЗХ)	40 36 16 8	—	Пайка алюминиевых сплавов припоями на цинковой основе

Компоненты	Содержание (массовые доли), %	Температурный интервал активности, °С	Назначение и характеристика
Хлористый калий Хлористый литий Хлористый натрий Хлористый цинк Фтористый натрий (флюс — 124)	41 23 22 8 6	550—620	Пайка сплавов типа АД1, АМц, АМг в печи и в соляных ваннах
Хлористый калий Хлористый литий Хлористый натрий Фтористый калий Фтористый алюминий	45 35 10 5 65	580—620	Пайка алюминия и его сплавов в соляных ваннах и в печах Флюс менее гигроскопичен из-за отсутствия хлористого цинка, термически более стоек и не вызывает сильной эрозии паяемого металла
Хлористый натрий Хлористый калий Хлористый литий Фтористый калий Фтористый алюминий Хлористый цинк или хлористый кадмий	12 44 34 4,5 5,4 0,1	—	Пайка погружением в расплав флюса без предварительного нанесения припоя. Припоем служит жидкий сплав цинка с алюминием, образующийся на поверхности детали в результате обменной реакции алюминия с хлоридом цинка
Хлористый калий Хлористый литий Фтористый калий Хлористый свинец Хлористый кадмий Фтористый цинк	40—50 30—50 9—13 1—2 1—6 3	—	Флюс обладает высокой активностью, рекомендуется для пайки горелкой
Хлористый цинк Хлористый кальций Хлористый калий Хлористый натрий Фтористый натрий Фтористый калий	20—30 15—20 34—40 15—20 1,8 3,5	—	Пайка припоями на цинковой основе типа сплава 30 % Al + 70 % Zn
Хлористый калий Хлористый натрий Хлористый литий Фтористый литий Фтористо-кислый аммоний	55—65 12—18 15—25 2—5 4—6		Пайка алюминиево-магниевых сплавов припоями на основе алюминия с добавкой магния
Хлористый калий Хлористый натрий Хлористый литий Фтористо-кислый аммоний Фтористый литий	60 15 17 5 3		Пайка алюминиево-магниевых, а также магниевых сплавов, позволяет производить анодирование паяного шва без его потемнения. Рекомендуется для пайки горелкой
Хлористый натрий Хлористый кальций Хлористый цинк Хлористый калий	2—14 31—45 1—6 Остальное	500—530	Пайка алюминиевых радиаторов погружением в расплавленный флюс Состав ванны в процессе пайки стабилен
Хлористый калий Хлористый литий Хлористый кальций Фтористый натрий Хлористый натрий	55—57 28—30 7,5—8,0 6,5—7,5 2—5	—	Для пайки тонкостенных деталей в печи при длительных выдержках
Хлористый калий Хлористый литий Фторцирконат калия	40—60 30—50 1—10	—	Для пайки погружением труднопаяемых сплавов алюминий-магний, алюминий — магний — кремний
Хлористый калий Фторцирконат калия Хлористый литий	10—14 5—6 Остальное	520	Пайка алюминия и его сплавов Флюс устойчив при длительном нагреве
Хлористый калий Фтористый натрий Хлористый натрий Хлористый литий Хлористое олово Хлористый кадмий	25—50 5—15 20—30 5—20 2—10 2—10	590—600	Пайка алюминия и его сплавов в печи с воздушной атмосферой Флюс обеспечивает минимальную эрозию (менее 0,06 мм) основного металла
Хлористый натрий Хлористый калий Хлористый литий Фтористый калий кислый	0—25 10—50 23—60 3—20	—	Пайка алюминия и его сплавов в ванне

Компоненты	Содержание (массовые доли), %	Температурный интервал активности, °С	Назначение и характеристика
Хлористый цинк Хлористый литий Хлористый калий Фтористый литий Фтористый натрий	5 38 27 25 5	—	Пайка алюминия со сплавами железа, никеля, меди. Последние покрывают хромом толщиной 20 мкм, затем поверхность алюминируют
Хлористый цинк Хлористая медь	20—40 60—80	500—600	Реактивно-флюсовая пайка алюминия. Остатки флюса удаляются промывкой водным раствором соды, затем водой
Хлористый натрий Хлористый калий Хлористый кальций Фтористый литий	13,5—32 34,2—51 27,5—32 5		Пайка алюминия и его сплавов в расплавленной соли
Хлористый натрий Хлористый калий Хлористый кальций Хлористый алюминий	17—20 40—45 17—20 6—7		Пайка алюминия и его сплавов в расплаве солей
Хлористый натрий Хлористый литий Фтористый калий Фтористый алюминий Окись кремния	8—12 30—40 4—6 4—6 0,5—5	580—590	Реактивный флюс для пайки алюминия и его сплавов погружением. При пайке чистого алюминия и сплавов системы алюминий — марганец на поверхности паяемых изделий при 580°С образуется припой типа алюминий — кремний
Хлористый цинк Фтористый натрий Фтористый литий Хлористый литий	20—25 7,5—12,5 7,5—12,5 Остальное		Пайка узлов, изготовленных из алюминиевых сплавов припоями 34А, эвтектическим силумином

4. Флюсы для высокотемпературной пайки магния и его сплавов

Компоненты	Содержание (массовые доли), %	Температурный интервал активности, °С	Назначение и характеристика
Карналлит плавленый Криолит Окись цинка (флюс № 5)	89 8 3	420—620	Пайка магниевых сплавов припоями на основе магния с добавками алюминия и цинка
Фтористый натрий Окись алюминия Карналлит (флюс № 6)	7—9 3—5 Остальное	420—500	
Хлористый калий Хлористый натрий Хлористый литий Фтористый натрий Фторалюминат натрия (флюс № 12)	31,5 9 49,5 8 2	600	
Хлористый калий Хлористый натрий Хлористый литий Фтористый натрий Фторалюминат натрия (флюс — Ф380МГ)	42,5 10 37 10 0,5	600	
Хлористый калий Хлористый натрий Хлористый литий Фтористый натрий (флюс — ДАУ450)	46 24 26 4	538—600	
Хлористый калий Хлористый натрий Хлористый литий Фтористый натрий Фтористый литий (флюс — ДА У 451)	42 21 23 4 10	540—600	Пайка магниевых сплавов припоями на основе магния с добавками алюминия и цинка

Компоненты	Содержание (массовые доли) %	Температурный интервал активности, °С	Назначение и характеристика
Хлористый калий	55	430—540	Пайка магниевых сплавов погружением в расплав солей припоями системы магний—цинк—кадмий Флюс замешивают на спирту и наносят в виде пасты на паяемое изделие
Хлористый магний	34		
Хлористый барий	9		
Фтористый кальций	2		
Хлористый калий	36	590	Пайка магниевых сплавов
Хлористый натрий	30		
Фтористый литий	8		
Хлористый литий	18		
Хлористый цинк	7,9		
Хлористый свинец	0,1		
Хлористый кадмий	12	590	Пайка магния и его сплавов
Хлористый натрий	26		
Хлористый калий	54		
Фтористый литий	8		
Хлористый калий	57	560	Пайка магния и его сплавов
Хлористый литий	36		
Фтористый натрий	6		
Хлористая сурьма	1,0		

5. Флюсы для пайки титана и его сплавов

Компоненты	Содержание (массовые доли), %	Назначение
Хлористый натрий	45	Пайка в печах и газовой горелкой припоями на алюминиевой основе
Хлористый калий	36	
Хлористое серебро	10	
Фтористый литий	Остальное	
Хлористый калий	36	
Хлористый стронций	45	
Хлористое олово	10	
Фтористый литий	9	
Фтористый калий	50	Пайка титана со сталью серебряными припоями
Хлористый калий	45	
Хлористый барий	5	
Фтористый калий	35	
Хлористый калий	50	
Хлористый барий	10	
Фтористый барий	5	

Приложение 14

ФЛЮСЫ ДЛЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПАЙКИ

6. Галогенидные флюсы для низкотемпературной пайки черных и цветных металлов

Компоненты	Содержание (массовые доли), %	Температурный интервал активности, °С	Назначение и характеристика
Хлористый цинк Вода	40 60	290—350	Пайка углеродистых и низколегированных сталей, меди, никеля и их сплавов
Хлористый цинк Хлористый аммоний Вода	48 12 40	150—320	
Хлористый аммоний Хлористый цинк Соляная кислота Вода (флюс — Прима 2)	4 6 5 85	150—400	Пайка сплавов меди и железа
30—40 %-ный водный раствор хлористого цинка Соляная кислота	2*1 1*1	180—330	Пайка коррозионно-стойких сталей типа 12Х18Н9Т
Кадмий хлористый Натрий хлористый Цинк хлористый Аммоний хлористый (флюс — ФК-30)	30 50 15 5	400	Пайка меди и ее сплавов припоями с высокой температурой плавления
Цинк хлористый Олово двухлористое Медь хлорная Кислота соляная Вода (флюс — ЗИЛ-1)	40 5 0,5 3,5 51	—	Пайка стали, железа, чугуна припоями с большим содержанием свинца
Хлористый цинк Двухлористое олово Хлористый калий Хлористый аммоний Соляная кислота Вода (флюс — ЗИЛ 2)	40 2 1 1 2 54		Пайка стали, чугуна, меди и ее сплавов малооловянистыми припоями или припоями на основе цинка, кадмия, висмута
Хлористый цинк Хлористый натрий Хлористый калий Вода (флюс — ЗИЛ-4)	40 5 1 54	—	Пайка стали, оцинкованного железа и медных сплавов припоями с большим содержанием свинца
Цинк хлористый Натрий хлористый Медь хлорная Соляная кислота Вода (флюс — ЗИЛ-5)	40 20 2 1 37		Пайка меди и ее сплавов цинковыми припоями
Цинк хлористый Олово двухлористое Натрий хлористый Кислота соляная Вода (флюс — ЗИЛ-6)	40 2 5 10 2 45,5		Пайка стали висмутовыми припоями
Соляная кислота Двухлористое олово Вода	5—18 0,4—15 Остальное	—	Пайка меди преимущественно висмутовыми припоями

продолжение таблицы 6

Компоненты	Содержание (массовые доли), %	Температурный интервал активности, °С	Назначение и характеристика
Хлористый цинк Хлористый аммоний Двухлористое олово Соляная кислота Хлористый хром Поверхностно-активные вещества Вода	30—50 7—14 1—5 1—5 0,5—8 1 Остальное	—	Пайка стальных листов, покрытых хромом коррозионно стойкой стали, литейного чугуна, меди латуни
Окислы тяжелых металлов (Pb Sn и др.) Хлориды и бромиды тяжелых металлов Хлорид меди Хлористый аммоний	5 15 22 58	—	Пайка чугуна даже малооловянистыми припоями Порошок флюса в виде пасты замешивают на спирте или глицерине
Хлористый цинк Хлористый аммоний Соляная кислота	31—35 63—67 1—2	250—400	Пайка углеродистых и коррозионно-стойких сталей, меди медных сплавов Расплав в ванне. Флюсы длительно сохраняют активность
Хлористый цинк Хлористый аммоний Песок кварцевый	25—50 15—50 5—25		Пайка сталей в ваннах. Песок уменьшает образование дыма
Хлористый натрий Хлористый кальций Хлористый никель Кислый фтористый калий Иодистый калий Соляная кислота Хлористый цинк	0,5—1 0,5—1 0,5—1 1—2 2—3 2—3 Остальное	—	Пайка преимущественно коррозионно-стойких сталей свинцовыми припоями Можно также паять конструкционные стали медь, никель, их сплавы, свинцовыми и оловянно свинцовыми припоями
Хлористый калий Хлористый кальций Хлористый никель Кислый фтористый натрий Иодистый калий Соляная кислота Хлористый цинк	0,5—1 0,5—1 0,5—1 1—2 2—3 2—3 Остальное	250—400	Пайка преимущественно коррозионно-стойких сталей свинцовыми припоями
Смесь хлористого цинка и хлористого аммония в соотношении (2÷4):1 Хлорид железа	Основа 0,5—10	350—400	Пайка радиаторов из латуни
Хлористый цинк Хлористый натрий Хлористый калий Хлористый стронций	63,5—74,5 9,5—11 12—14 0,5—15	—	Пайка сталей меди, медных сплавов Флюс нетоксичен, негорюч, нелетуч, не требует предварительного снятия окислов с паяемой или облуживаемой поверхности
Хлористый цинк Хлорное железо Кислый фтористый аммоний Станнат натрия Вода	10—20 1—8 3-15 Остальное		Пайка термокомпенсаторов из вольфрама и его сплавов

*[1] Массовые части.

7. Канифольные, канифольно-галогенидные и канифолесодержащие флюсы для низкотемпературной пайки черных и цветных металлов

Компоненты	Содержание (массовые доли), %	Температурный интервал активности °С	Назначение и характеристика
Канифоль Спирт этиловый	30 70	150—300	Пайка меди припоями с содержанием 30% олова, для латуней и бронз менее эффективен
Канифоль Стеарин Спирт этиловый (флюс — КЭ)	24 1 75	180—300	
Канифоль Диэтиламин солянокислый Триэтаноламин Спирт этиловый	24 4 2 70	200 –350	Пайка меди и ее сплавов, углеродистой стали и цинка
Ортофосфорная кислота (плотность 1,6—1,7) Канифоль Спирт этиловый или этиленгликоль (флюс — ЛМ-1)	32 6 62	200 240	Пайка хромоникелевых коррозионно-стойких сталей припоями с содержанием олова не менее 30%, для пайки меди и ее сплавов не рекомендуется
Хлористый аммоний Хлористый цинк Канифоль Спирт этиловый (флюс — ЛК-2)	1 3 30 66	200—360	
Канифоль Анилин солянокислый Спирт этиловый	22 2 78	200—350	Пайка меди, латуни и оцинкованного железа
Вазелин технический Канифоль Глицерин Хлористый цинк Парафин	45 30 15 6 4	180—300	Пайка медных электротехнических приборов Флюс — паста
Канифоль Этиловый спирт Бромированный углерод (фреон 114В2)	10—40 2,4—3,6 57,6—86,4	—	Пайка меди Флюс негорюч, легко удаляется при очистке
Канифоль Полипропиленгликоль	35—40 40 65	—	Пайка электрических соединений, обеспечивает получение светлых блестящих швов
Канифоль Формамид Спирт этиловый	5—25 2,5—15 Остальное	—	Пайка никелированной поверхности, не вызывает коррозии паяного соединения
Триэтаноламин Октадециламин Фенол Анилингидрохлорид Канифоль	83 10 0,5 1,5 5	—	Пайка эмалированных проводов
Фосфат калия Фосфат натрия Фосфат кальция Канифоль	1,5 1 8 6,8 7,3 1,2—1,3 Остальное	—	Пайка печатных плат Флюс имеет повышенную активность, ускоряет процесс пайки и хорошо отмывается
Канифоль Трифтортрихлорэтан Ацетон Этиловый спирт	15—25 5-70 8—20 Остальное	—	Пайка и лужение никеля, серебра и их сплавов
Карбамид Канифоль Глицерин Этиловый спирт	5 10 15– 25 0,1– 10 Остальное	—	Пайка высокопрочных медных сплавов
Метилтетрагидрофталевый ангидрид Канифоль, растворенный в спирте	10—46 Остальное	–	Пайка меди и медных сплавов Флюс обладает гидрофобными свойствами
Дибутилфталат Канифоль	20– 90 Остальное	–	Пайка меди и медных сплавов Флюс нетоксичен

продолжение таблицы 7

Компоненты	Содержание (массовые доли) %	Температурный интервал активности, °C	Назначение и характеристика
Канифоль Малеиновая кислота Поверхностно активное вещество АНП 2 Этиловый спирт	30—33 0 3—3 0 1—0 4 Остальное	—	Пайка меди и медных сплавов Преимущественно пайка плат печатного монтажа
Канифоль Иод Спирт этиловый	10—40 0,01—0 001 Остальное	—	Пайка и лужение меди и медных сплавов Остатки флюса удаляются спиртом или фреонами
Изопропанол Канифоль Солянокислая соль диметиламина Изопарафин	66*1 2*1 2*1 98	—	Пайка элементов радиоэлектронной аппаратуры Флюс хорошо удаляет окисную пленку, не выделяет ядовитых газов не вызывает коррозии паяного соединения
Триэтаноламин Октадециламин Фенол Анилингидрохлорид Канифоль	83 10 0,5 1,5 5	—	Пайка эмалированных проводов
Фосфат калия Фосфат натрия Фосфат кальция Канифоль	1 5—1,8 6,8—7,3 1,2—1 3 Остальное	—	Пайка печатных плат Флюс имеет повышенную активность, ускоряет процесс пайки и хорошо отмывается
Канифоль Трифтортрихлорэтан Ацетон Этиловый спирт	15—25 5-70 8—20 Остальное	—	Пайка и лужение никеля, серебра и их сплавов
Карбамид Канифоль Глицерин Этиловый спирт	5 10 15—25 0,1 —10 Остальное	—	Пайка высокопрочных медных сплавов
Метилтетрагидрофталевый ангидрид Канифоль растворенный в спирте	10—46 Остальное	—	Пайка меди и медных сплавов Флюс обладает гидрофобными свойствами
Дибутилфталат Канифоль	20—90 Остальное	—	Пайка меди и медных сплавов Флюс нетоксичен
Канифоль Малеиновая кислота Поверхностно-активное вещество АНП-2 Этиловый спирт	30—33 0 3—3 0,1—0,4 Остальное	—	Пайка меди и медных сплавов Преимущественно пайка плат печатного монтажа
Канифоль Иод Спирт этиловый	10—40 0,01—0,001 Остальное	—	Пайка и лужение меди и медных сплавов Остатки флюса удаляются спиртом или фреонами
Изопропанол Канифоль Солянокислая соль диметиламина Изопарафин	66*1 2*1 2*1 98	—	Пайка элементов радиоэлектронной аппаратуры Флюс хорошо удаляет окисную пленку, не выделяет ядовитых газов, не вызывает коррозии паяного соединения
Фосфат аммония Фторид аммония Канифоль	10—90 0,5—15 Остальное	—	Пайка хромосодержащих коррозионно-стойких сталей припоями системы Pb—Sn Флюс неагрессивный
Канифоль Иодид титана Капроновая кислота	16,8—20 4,2—10 Остальное	—	Пайка меди и ее сплавов Флюс обладает повышенной активностью
Канифольное масло (полученные перегонкой канифоли при 180—250°C) Этиловый спирт	70 30	190—260	Пайка меди Флюс не вызывает коррозии основного металла
Канифоль Катапин-ингибитор Этиловый спирт	3—5 35—45 Остальное	–	Пайка углеродистых и коррозионно-стойких сталей и медных сплавов с содержанием алюминия до 10%

*1 Массовые части.

8. Гидразиновые, анилиновые и другие органические флюсы для низкотемпературной пайки черных и цветных металлов

Компоненты	Содержание (массовые доли) %	Температурный интервал активности, °С	Назначение и характеристика
Молочная кислота Вода	15 85	180—280	Пайка меди, латуни бронзы
Солянокислый гидразин Вода	5 95	150—330	
Вазелин Салициловая кислота Триэтаноламин Спирт этиловый (флюс — ВТС)	100*1 10*1 10*1 40*1	180—300	Пайка меди серебра, золота и их сплавов
Глицерин Гидразин солянокислый Вода	35 5 60	230 —350	Пайка меди и ее сплавов никеля, серебра, углеродистых сталей
Гидрохлорид амина Уксуснокислый цинк Вода	10—40 5—30 Остальное	—	Пайка меди и ее сплавов Флюс не вызывает коррозию паяного соединения
Гидразин солянокислый Глицерин Муравьинокислый натрий Дистиллированная вода	1—3 40—55 1—3 Остальное	—	Пайка меди и медных сплавов Флюс нетоксичен, остатки легко удаляются
Эфир полиэтиленгликоля и тетрахлорфталевого ангидрида Хлоруксусная кислота Растворитель	14—74,5 1,4—23 20—80	—	Пайка никеля Флюс нетоксичен имеет низкую коррозионную активность
Феруловая кислота Растительная смола Органический растворитель	0,1—30 1,0—30 Остальное		Пайка меди, серебра, сплава свинец — олово Применяется преимущественно в узлах и блоках радиоэлектронной аппаратуры с высокой плотностью монтажа
Полиэфирная смола Триэтаноламин Диэтаноламин Дистиллированная вода	61—64 0,6—4 0,1—4 Остальное	—	Пайка меди, никеля серебра и их сплавов припоями олово-свинец
Масло авиационное Масло цилиндровое Триэтаноламин	65—83 15—30 2—6	—	Пайка печатных плат волной припоя
Этиленгликоль Малеиновый ангидрид Вода	7,5—40 18—75 Остальное	—	Лужение металлов, преимущественно никеля
Глицерин Додецилсульфат натрия Адипиновая кислота Этиловый спирт	20—45 0,5—1,2 4—10 Остальное	—	Пайка термочувствительных элементов, требующих минимального времени нагрева Флюс нетоксичен
Глицерин Метилтетрагидрофталевый ангидрид Триэтаноламин Этиловый спирт	1 0,1—10 0,1—10 Остальное	—	Пайка меди и ее сплавов Остатки флюса хорошо смываются водой
Адипиновая кислота Этиленгликоль Изопропиловый или этиловый спирт	5 5 Остальное	—	Механизированная пайка печатных плат
Триэтаноламин Бензойная кислота Спирт Фреон 113	1,5 4 18—20 74,5—76 5	—	Пайка печатных плат
Триэтаноламин Ангидрид фталевой кислоты Одноатомный спирт	0,4—40 0,6—0,8 Остальное	—	Пайка деталей радиоаппаратуры
Глицерин Этиловый спирт	1 Остальное	—	Пайка печатных плат
Воск Олеиновая кислота	80 Остальное	—	Пайка меди и ее сплавов

продолжение таблицы 8

Компоненты	Содержание (массовые доли), %	Температурный интервал активности, °С	Назначение и характеристика
Мочевина в виде кусков или водного раствора, концентрация не менее 10 %	100	—	Пайка низкоуглеродистой стали, меди, цинка Флюс нетоксичен
Триэтаноламин Диэтиленгликоль	2—3 97—98	— —	Пайка проводов в эмалевой изоляции Можно не зачищать провод от изоляции Флюс не вызывает коррозию паяного соединения
Триэтаноламин Диэтиленгидрохлорид Катапин ингибитор Спирт этиловый	10—80 5—10 5—15 Остальное	До 420	Пайка меди Флюс имеет широкий интервал активного действия (до 420 °С)
Анилин солянокислый Глицерин Вода кипяченая	1—25 18—25 Остальное	—	Пайка труднопаяемых металлов, преимущественно манганина Флюс имеет слабую коррозионную активность, термостоек
Соединение неопентилгликоля с хлорэндиковым и тетрахлорфталевым ангидридом Этилацетат (растворитель)	10—60 Остальное	—	Пайка изделий в приборостроении и радиоэлектронике
Талловое масло Растворитель	3—30 Остальное	220—260	Пайка изделий в радиоэлектронике в приборостроении Флюс обладает лучшими технологическими свойствами по сравнению с канифольными флюсами
Глицерин Анилин солянокислый Спирт этиловый NN-диэтиланилин	35—10 4—15 60—65 1—10	200—215	Пайка преимущественно металлизированных изделий методом погружения Флюс имеет повышенную активность
Глицерин Янтарнокислый аммоний	97—98 2—3	—	Пайка меди Флюс не вызывает коррозии паяного соединения
Эпоксидная смола Метилтетрагидрофталевый ангидрид	4—66 Остальное	—	Пайка и лужение меди и никеля
Дибутилфталат Поливинилпирролидон Полиэфирная смола	79,5—81,5 2,5—4,5 Остальное	280—300	Пайка и лужение серебросодержащими припоями После пайки образуется влагостойкая прозрачная пленка, препятствующая коррозии соединения
Низкомолекулярный поливинилпирролидон Стеариновая кислота Диэтиленгликоль Дибутилфталат	2,5—4,5 3,5—5,5 71—77 17—19	100—300	Пайка деталей с покрытием из серебра и меди Очистка после пайки производится отмывкой в трихлорэтилене Изделия отличаются высоким качеством паяного соединения
Моноэтаноламин Диэтиламин солянокислый	70—80 20—30	—	Пайка и лужение материалов с серебряным покрытием, оловянным и оловянно-свинцовыми покрытиями
Гидразин Смесь спирта, воды и вазелина	1—10 Остальное	—	Пайка меди и медных сплавов После пайки не образуется шлака
Карбамид Аммоний салициловокислый Триэтаноламин Этиловый спирт	5—10 8—10 1—2 Остальное	—	Пайка печатных плат
Двойной эфир сульфомалеиновой кислоты Парафин	1—20 Остальное	—	Пайка печатных плат Остатки флюса предохраняют паяное соединение от коррозии

*[1] Массовые части.

9. Бесканифольные флюсы, содержащие органические и неорганические соединения для низкотемпературной пайки черных и цветных металлов

Компоненты	Содержание (массовые доли), %	Температурный интервал активности, °С	Назначение и характеристика флюса
Вода Глицерин Хлористая медь Хлористое олово (флюс — Ф10)	47 47,9 0,1 5,0	200—300	Пайка углеродистых сталей
Вода Глицерин Хлористый кадмий $CuCl_2 \cdot 2CuO \cdot 4H_2O$ Хлористое олово (флюс — Ф16)	40 40 9,6 0,8 9,6	200—290	
Вода Глицерин Хлористое олово Хлористый кадмий Соляная кислота (флюс — Ф25)	41 40 5 10 4	200—300	Пайка коррозионно-стойких сталей
Этиленгликоль или глицерин (или их смесь 1 : 1) Диэтиламин солянокислый Ортофосфорная кислота (флюс — 38Н)	50 25 25	350	Пайка нихрома, бериллиевой бронзы, константана, коррозионно-стойкой стали
Ортофосфорная кислота *Этиловый спирт* Вода (флюс — ФИМ)	0,2 1 1	—	Алюминиевая и бериллиевая бронзы, *коррозионно-стойкие стали*
Хлористый цинк Глицерин Хлористый аммоний Метиловый спирт Вода (флюс — Прима 1)	73 60 27 1* 1*	150—400	Пайка меди и ее сплавов и металлов платиновой группы
Глицерин Хлористый аммоний (насыщенный раствор) Хлористый цинк (насыщенный раствор)	25 3 72	—	Пайка меди и ее сплавоа, оцинкованного железа
Хлорид цинката аммония *Хлориды щелочных металлов* Гранулированный инертный к флюсу материал (плотность 0,1—1 г/см³) Окись и карбонат цинка Фенолформальдегидная смола	60 4—18 1,5 5—25 0,1—1	385	Пайка консервных банок припоем на основе свинца Флюс способен сохранять свои свойства в процессе длительного нагрева в контакте с припоем при температуре 385°С
Хлористое олово Глицерин Дистиллированная вода Хлористая медь	9—11 44—46 42—47 До 0,4	—	Пайка углеродистых и низколегированных сталей Флюс отличается слабой коррозионной активностью
Хлористый кадмий Хлористое олово Соляная кислота Глицерин Дистиллированная вода	9—11 4—6 3—5 38—42 40—42	—	Пайка коррозионно-стойких сталей
Глицерин Вазелин Хлористый цинк (флюс — паста Нисо)	5 80 15	200—360	Пайка меди
Соляная кислота Хлористый алюминий Формальдегид Вода	3—6 3—6 4—8 Остальное	—	Пайка меди, медных сплавов и сталей припоями с пониженным содержанием олова

продолжение таблицы 9

Компоненты	Содержание (массовые доли) %	Температурный интервал активности, °C	Назначение и характеристика флюса
Фтористый натрий Вазелин Глицерин Этиловый спирт Хлористый цинк	4—6 67—69 3—6 16—20 4—6		Пайка преимущественно изделий из бериллиевой бронзы, например, при монтаже тензодатчиков с выводными проводниками из бериллиевой бронзы
Хлористое олово Гидразин солянокислый Адипиновая кислота Карбомид	0,5—5 3—20 5—50 Остальное	180—350	Пайка оцинкованного железа
Глицерин Хелатные соли Соляная кислота	92—97 2—8 0,1—1,0		Пайка электронных компонентов печатных плат Флюс нетоксичен, теплостоек, не вызывает коррозии, легко смывается водой, неогнеопасен
Хлористый алюминий Этиленгликоль Гидроокись алюминия Спирт этиловый	4—6 48—52 0,2—0,6 46—52	—	Пайка сталей, меди, никеля, сплавов на их основе Флюс малотоксичен, остатки легко удаляются промывкой водой
Полиэфирная смола Соляная кислота Этиловый спирт	60—80 0,1—10 Остальное	—	Лужение меди и стали припоями систем Pb—Sn Остатки флюса отмываются водой
Фосфорная кислота (75—95%-ная) Полиэтиленгликоль Карбонат меди Двухаммониевый фосфат Вода	25—85 15—65 0,1—15 0—40 Остальное		Пайка меди и плакированной медью коррозионно-стойкой стали
Лауролопиридиновый бромид Щавелевая кислота Водный раствор аммония (22—24 %-ный)	20—30 2—10 Остальное	—	Пайка деталей из латуни припоями системы олово—сурьма
Боргидрид натрия Гидроокись аммония (25 %-ная) Глицерин	0,5—5 40—50 Остальное	240	Пайка преимущественно изделий из никелевой бронзы
Глицерин Фосфорная кислота Поливинилпирролидон	84—98 2—10 2—6	150—280	Пайка преимущественно изделий из никеля и других неблагородных металлов

*[1] Значения приведены в куб. сантиметрах.

10. Флюсы для низкотемпературной пайки алюминия, магния и сплавов на их основе

Компоненты	Содержание (массовые доли), %	Температурный интервал активности, °C	Назначение и характеристика флюса
Триэтаноламин Фторборат кадмия Фторборат цинка Фторборат аммония (флюс — Ф59А)	82,5 10 2,5 5	—	Пайка алюминия и сплава АМц с медью и сталью припоями на основе олово—цинк и цинк— кадмий
Триэтаноламин Фторборат цинка Фторборат аммония (флюс — Ф61А)	82 10 8	150—320	
Триэтаноламин Фторборат кадмия Фторборат аммония (флюс — Ф54А)	82 10 8	—	
Бромистый цинк Бромистый калий (температура плавления флюса 215 °C)	50—30 50—70	—	Пайка алюминия Флюс бездымный Может применяться в виде водных растворов
Хлористый свинец Хлористый калий Хлористый кобальт	95—97 1,5—2,5 1,5—2,5	—	Реактивный флюс для свинцевания алюминия Толщина покрытия должна быть не менее 30 мкм
Триэтаноламин или другие амины с высокой точкой кипения Комплекс первичных или вторичных алкиламинов и борофтористых соединений тяжелых металлов Смола	15—30 3—25 Остальное	—	Пайка алюминия с медью Остатки флюса не удаляют
Борофтористый аммоний, борофтористый кадмий Эпоксидная смола	4—7 Остальное	—	Пайка алюминия в электроприборах, зону пайки покрывают слоем из затвердевшей эпоксидной смолы, что увеличивает долговечность соединения Коррозионная стойкость флюса высокая, его можно применять для сплавов с содержанием 2 % Mg
Хлористый цинк Хлористый аммоний Вода От массы смеси хлористого аммония и воды, принимаемую за 100 %, добавляют обезвоженного ланолина вазелина белого цвета	5—62 5—35 22-80 16—416 *1 10—510 *1	—	Пайка алюминия его сплавов и других металлов Флюс имеет хорошие технологические свойства, обеспечивает получение паяных соединений с высокими механическими характеристиками и коррозионной стойкостью
Хлористый калий Хлористый литий Фтористый цинк Хлористый кадмий Хлористый цинк (флюс —Ф134)	35 30 10 15 10	390—420	Пайка магниевых сплавов и сплавов алюминия со значительным содержанием магния (АМг3, АМг5, Амг6Т)
Хлористый калий Хлористый литий Фтористый калий Хлористый натрий Хлористый стронций (флюс —№ 8)	35 20 5 35 5	435	Пайка магниевых сплавов припоями на основе магния с добавками алюминия и цинка

*1 Массовые части.

Приложение 15

ПАЯЛЬНЫЕ ПАСТЫ

11. Паяльные пасты

Компоненты	Содержание (массовые доли), %	Назначение
Хлористый цинк Хлористый аммоний Канифоль Идитол Уротропин Двуокись титана Порошкообразный припой	7—9 2—4 4—6 11—18 0,4—0,6 10,6—12,4 58—62	Пайка предохранителей, резисторов, конденсаторов
Хлористый литий Хлористый калий Хлористый натрий Хлористый стронций	20—24 31—38 21—25 5—6,5	Пайка алюминия и его сплавов Паста не разрушается при длительном хранении Размер частиц порошка должен быть менее 250 мкм
Криолит Связующее вещество (полимеры поликрилатов, полиэтиленгликоли) Порошок припоя системы Al—Si, Al-Cu, Al-Zn или Al-Cu-Zn	13—16 7—35 15—75	
Порошкообразный припой системы Al—Si Одноатомный спирт Шеллак Фторцирконат калия (или фтортитанат калия)	70,1—80 18—25 1—4 0,1—0,9	Пайка алюминия Пасту хранят в герметичной таре
Припой оловянно-свинцовый Хлористый цинк Хлористый аммоний Глицерин Полиэтиленгликоль Желатин Вода	68—80 4,24—9,4 1,86—3,49 4,66—9,12 0,9—1,92 0,2—0,45 Остальное	Пайка сталей, меди, медных сплавов и других металлов Паста легко смывается водой
Канифоль Глицерин Полиэтиленгликоль Анилин гидрохлорид Мочевина Припой оловянно-свинцовый	22,4—49,1 31,7-54,8 17,1—21,2 0,8—1,6 0,5—0,8 Остальное	Пайка меди, серебра и их сплавов Паста не вызывает коррозию паяного соединения
Вольфрам Окись кальция Двуокись кремния Двуокись титана Окись алюминия Растворитель (43—44% карбоната этилена и 12 5—13,5% этилцеллюлозы)	21,5 7,5 5,5 5,5 3,5 56,5	Соединение электрических выводов с металлизированной керамической подложкой Температура пайки не должна превышать 1600 °С, так как при этом происходит коробление керамики Оптимальная температура пайки 1300—1500°С

12. Способы приготовления некоторых флюсов для низкотемпературной пайки

Компоненты флюса	Способ приготовления
Канифоль, этиловый спирт	Измельченную канифоль растворяют в спирте
Канифоль хлористый цинк хлористый аммоний, этиловый спирт	Все компоненты растворяют в спирте затем после отстаивания в течение 24 ч осторожно сливают жидкость
Канифоль, гидразин солянокислый, глицерин, этиловый спирт	В спирте растворяют последовательно канифоль, гидразин солянокислый и глицерин
Стеарин канифоль, хлористый цинк нашатырь, вазелин, вода	Приготовляют водный раствор хлористого цинка с нашатырем, к которому добавляют смесь стеарина с измельченной канифолью В этот раствор добавляют вазелин и размешивают до получения однородной смеси
Ортофосфорная кислота, этиловый спирт, вода	Спирт смешивают с водой и добавляют ортофос-форную кислоту
Флюсы типа ЗИЛ-1, ЗИЛ-2	Отдельно приготовляют водные растворы хлоридов цинка, калия аммония и раствор двухлористого олова в соляной кислоте В последний вливают горячую воду В раствор хлористого цинка добавляют последовательно растворы хлористого калия, аммония и двухлористого олова
Триэтаноламин, фторбораты тяжелых металлов и аммония	Триэтаноламин разливают в фарфоровую посуду по числу компонентов флюса В каждую порцию триэтаноламина добавляют соответствующий компонент, затем все порции сливают вместе и тщательно перемешивают, готовый флюс хранят в стеклянной посуде

Приложение 16

ГАЗОВЫЕ СРЕДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ПАЙКЕ

13. Химический состав восстановительных газов и их примерное назначение

Условное обозначение	Состав сухой атмосферы (объемные доли), %					Точка росы, °С	Назначение
	CO	CO_2	H_2	CH_4	N_2		
H_2	—	—	100	—	—	(−60)–(−80)	Пайка легированных сталей и жаропрочных сплавов
ДА	—	—	75	—	25	−60	
ПСА-08	—	—	7—20	—	93—80	(−20)–(−40)	Пайка низкоуглеродистых сталей
ГГ-С	30	2	6	1	61	−10	
ГГ-ВО	33	0,2—0,7	6		59,5	−25	Пайка углеродистых и низколегированных сталей
ПСО-06	10	0,1	16	1,5	72,5	−40	
ПСО-09	2	0,1	2	—	96	−40	
ПСС Э	20	0,2	5	2	74,8	−25	
КГ-ВО	21	0,5	40	2	36,5	−40	

14. Физические свойства бор- и фосфоргалоидных соединений

Соединение	Химическая формула	Температура, °С	
		плавления	кипения
Трехфтористый бор	BF_3	−128,7	−100,4
Треххлористый бор	BCl_3	−107	17,5—18,5
Трехбромистый бор	BBr_3	−46	96,6
Треххлористый фосфор	PCl_3	−93,6	75

Приложение 17

ПАЙКА СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

1. Механические свойства соединений из стали 20, паянных припоем П-87, в зависимости от условий охлаждения

Условия охлаждения	$\sigma_в$, МПа	δ, %	φ °
Сталь 20 в состоянии поставки	423	21,5	155
Охлаждение соединений с температуры 1200°С			
естественное	420	23,5	165
сжатым воздухом	565	19,6	149
водой	603	15,2	120

Обозначение, φ — угоп изгиба

2. Механические свойства паяных соединений в зависимости от условий термической обработки

Условия термической обработки *	Микротвердость		$\tau_{ср}$, МПа
	Феррит	Перлит	
Один нагрев до 1200°С 2 мин (пайка)	4300	5000	320
Два нагрева до 1200°С 2 мин (пайка и подпайка)	2500	4100	180
Один нагрев до 1200°С, 2 мин и один нагрев в расплаве до 500°С, 5 мин	3200	4000	280
Два нагрева до 1200°С. 2 мин, и один нагрев в расплаве до 600°С 5 мин	3300	4200	2600

* После нагрева до 1200°С охлаждение проводили сжатым воздухом, после нагрева в цинке — охлаждали естественно.

3. Состав паяльной пасты (связующее — акриловый лак АС-82)

Порошковые компоненты	Содержание компонента, %	Размер зерна, мкм
Припой	68	350
Сталь 20	12	350
Стекло № 15	10	50
Флюс ПВ201	10	50

4. Прочность соединений жаропрочных сплавов, паянных никелевыми припоями

Паяемые материалы	Припои	Условия и режим пайки	Температура испытаний, °С	Предел прочности, МПа	
				$\sigma_в$	$\tau_{ср}$
ВЖ98 + ВЖЛ12 ЭП 454 ЭП 454 + ЭИ 437	ПЖК—1000	1240°С, 5 мин, отжиг 800°С, 4 ч (вакуум 5×10^{-3} Па)	900 20 900 20 900	— 750 265 800 400	200 — — — —
ВЖ98 + ВЖ98 12Х18Н10Т + 12Х18Н0Т	ВПр10	1200°С, 10 мин (вакуум $1 \cdot 10^{-2}$ Па)	20 900 20 600	— — — —	205 135 200 150
ЖС6К + ЖС6К	ВПр11	1130°С, 15 мин, (вакуум $5 \cdot 10^{-3}$ Па)	950	270	—
ВЖ98 + ЖС6К	60 % ВПр11 + 40 % Ni	1120°С, 5 мин в аргоне	20 900 1000	310 220 150	— —
ВЖ98 + ЭИ 435			800 1000	240 130	— —
ВЖ98 + ВЖ98			20 900	— —	66 50

5. Пайка изделий из жаропрочных и жаростойких сталей

Способ пайки	Припой	Флюс
Паяльником, газопламенными горелками, погружением в расплавленный припой	На оловянной и свинцовой основах по барьерному слою никеля или меди и без покрытия	Водный раствор хлористого цинка с добавками соляной кислоты
	Ag—Cu Ag—Cu—Zn—Cd	Ортофосфорная кислота со спиртом и канифолью
В соляных ваннах, газопламенными горелками, ТВЧ	Ag-Cu—Pd Cu—Cd—Zn Cu—Ni—Mn	Бура, борная кислота и их смеси (ПВ209, ПВ284Х)
В печах с контролируемой атмосферой	Cu—Ni—Mn—Fe	Флюсы ПВ200 и ПВ201
	Cu—Ni—Mn (Fe, Co, B, Si) Ni—Cr—Pd Ni—Cr—Fe—B—Si Ni—Cr—Mn—B—Si	Защитно-восстановительные среды Ar + BF3, Ar + HF, водород вакуум 10^{-7} Па

6. Припои для пайки циркония (без предварительного покрытия)

Компоненты	Содержание (массовые доли), %		
	1	2	3
Pd	19—20	17—20	19—20
Cr	—	—	2,5—3
Zr	3—4	2—3	—
Ti	—	1—1,5	—
Cu		Остальное	

7. Припои для палки циркония

Состав (массовые доли) %	Тпл, °С	Покрытие
78 Ag 22 Cu 60 Ag, 39 Cu, 1 Ni 63 Ag, 27 Cu 10 Ni	779 820 710—685	Никель
90 Zr, 10 Ni 60 Pd, 40 Ni 53 Ti, 47 Pd 80 Ag 20 Pd 72 Ag, 18 Pd, 10 In	1200 1237 1080 1120—1080 930—980	Ниобий
92 Zr, 6,6 Ni, 1,4 Be 85 Zr 15 Co 70 Zr, 30V 70 Ti 30 Cu	1000—1200	Без покрытия для пайки с молибденом и ниобием

8. Прочность паяных соединений из алюминиевых сплавов

Припой	Режим пайки	$\sigma_в$, МПа, для сплавов		
		АМц	Амг6	Д20
П3ООА П425А	440°С, 20 мин	110—120 120	220 208	— 208
34 А	550°С, 20 мин	80—110	—	288
В62	510°С, 15 мин	120	—	238

9. Припои для пайки магниевых сплавов

Марка	Содержание компонентов (массовые доли), %						ТПЛ, °С
	Cd	Al	Ni	Zn	Mn	Mg	
1	—	26	—	1,3	0 2	72,5	435—520
2	25	21	—	0,3	0,2	53,5	398—415
П430Mi	—	0,8	—	14	—	85,2	430—600
12	11	12	4	—	—	73	560—580

10. Флюсы для пайки магниевых сплавов

Марка	Содержание компонентов (массовые доли), %										Температура °С	
	RCl	LiCl	ZnCl2	CdCl2	ZnF2	NaCl	NaF	Криолит	Карналлит плавленый	ZnO	плавления	активного действия
5	—	—	—	—	—	—	—	8	89	3	420	425—620
6	42,5	37	—	—	—	10	10	0,5	—	—	400	425—600
134	35	30	10	15	10	—	—	—	—	—	390	420-600

11. Припои-пасты на основе галлия для пайки магниевых, сплавов

Марка	Содержание компонентов, (массовые доли), %						ТПЛ основы пасты, °С
	Mg	Cd	Zr	Sn	In	Ga	
1	4	4	4	—	—	88	29,8
2	4	4	1	11	25	55	10,6

Приложение 18

Приложение 18

ПАЙКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ, ГРАФИТА И ДРУГИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

1. Составы низкотемпературных припоев, применяемых при пайке германия и кремния

Содержание (массовые доли), %				$T_{пл}$, °С
Bi	Pb	Sn	Cd	
50,1	24,9	14,2	10,8	65,5
52,0	40,0	—	8,0	91,5
56	44	—	—	125,0
—	36	64	—	181,0

2. Составы припоев и режимы пайки германия и кремния

Паяемые материалы	Состав припоя (массовые доли) %	Режим пайки			Применение, особенности процесса
		Температура °С	Время мин	Среда	
Кремний n-типа	Pb — 63, Sn — 35,5 Sb — 1,5	720 — 730	12—13	Флюс	
	Pb — 97, Sb — 1,5, Ni — 1,5				
	Алюминий	—	—	Вакуум $6 \cdot 10^{-2}$ Па	Кремниевые вентили
	Силумин				
	Ag — 97, Pb — 2, Sb — 1				
Кремний	Золото (контактно-реактивная пайка)	420	—	—	Интегральные схемы
Арсенид галлия + + никель и кремний + никель	Ga — 39,6, Sn — 4,4, Cu (порошок) — 56	100			Нагрев лучом лазера
Кремний КЭФ + + ковар 29НК	Стекло С48-1 или "Пирекс"	980		Аргон	Пайка в два этапа 1) стекло с коваром, 2) стеклоковаровый узел с кремнием U= 800÷1000 В
		400—450	20—25		
Германий + платина	Sn — 99, Bi — 1	280	5	Водород	—

3. Составы припоев для пайки полупроводников на основе халькогенидов сурьмы и висмута

№ п/п	Состав (массовые доли), %			Тпл, °С
	Висмут	Олово	Сурьма	
1	54	42	4	150
2	95	—	5	280
3	58	42	—	135

4. Составы флюсов для пайки полупроводников на основе халькогенидов сурьмы и висмута

№ п/п	Состав (массовые доли), %				Тпл, °С
	Хлористый цинк	Хлористый аммоний	Хлористый кобальт	Глицерин	
1	35	16	14	—	150
2	—	50	—	50	17,9

192

5. Составы припоев для лужения и пайки полупроводников ПВДХ-1 и ПВЭХ-1 с медью и алюминием, режимы пайки

Паяемые материалы	Состав припоев (массовые доли), %	Режим пайки*1			$\sigma_В$ МПа
		Температура, °С	Время *2, с	Среда (флюс, см. табл. 4)	
Медь (или алюминий, плакированный медью) + ПВДХ-1 или ПВЭХ-1	54 Bi + 42 Sn + 4 Sb (однослойное лужение)	170	2—5	Флюс № 1	6—22
	58 Bi – 42 Sn	300 (лужение) 200 (лужение)	2—5 2—5	Флюс № 2	
	(95 Bi + 5 Sb) + (58 Bi + 42 Sn) (двухслойное лужение)	210	2—5	Флюс № 2	5,8—19,9
Алюминий + ПВДХ-1 или ПВЭХ-1	(88,5 Zn + 7 Al + 4 Cu + 0,5 Co) + (54 Bi + 42 Sn + 4 Sb) (двухслойное лужение)	120 (лужение)	5	Ультразвук	
		170 (лужение) 210	2—5 2—5	Флюс № 2	
	54 Bi + 42 Sn + 4 Sb	170 (лужение) 210	2—5 2—5	Флюс № 1 Флюс № 2	
	(88,5 Zn + 7Al + 4 Cu + 0,5 Co) + (58 Bi + 42 Bi + 42 Sn) (двухслойное лужение)	120 (лужение)	2—5	Ультразвук	
		200 (лужение)	2—5	Флюс № 1	2,0-2,5
		210	2—5	Флюс № 2	
	(95 Bi – 5 Sb) + (58 Bi + 42 Sn) (двухслойное лужение)	300 (лужение)	2—5	Флюс № 2	
		200 (лужение)	2—5	Флюс № 1	
		210	2—5	Флюс № 2	

*1 Давление сжатия соединяемых образцов 0,1 МПа.

6. Составы припоев, режимы пайки и свойства паяных соединений графита с металлами

Паяемые материалы	Состав припоя (массовые доли), % или способ пайки	Режим пайки			Свойства паяных соединений	
		Температура, °С	Время, мин	Среда, давление сжатия	Температура испытаний °С	σ_B МПа
Графит + сплав 29НК (зазор 0,0125 — 0,025 мм)	На титановой основе с эвтектикой Cu — Ag	950	15—25	Вакуум 133,3 10^{-4}, Па	—	—
Графит ГМ3 + Ст3	Контактно-реактивная пайка	1150	5	Давление сжатия 1 7 10^{3} Па	20 600 1000	11 5 3
	80 Cu + 10 Sn + 10 Ti	1150			20 600	11 7,5
	90 Cu + 1 Ti + 9 Si	1150			20	4,5
	52 Pb + 36 Sn + 1,5 Sb + 10 5 Ti	1150			20 600	11 5,5
	56 Cu + 1 Sb + 37 Zn + 0,5 Si + 5 5 Ti	950			600	5 5
	59 Cu + 0,5 Sn + 35,5 Zn + 0,5 Si + 4 5 Ti	950			600	4 5
	52 Cu + 0,5 Sn + 9,5 Mn + 4 Ni + 28 Zn + 0,5 Al + 5,5 Ti	950			600	3,5
Графит БСГ + Ст3	ПОС 40 + 10 Cu	650	30	Гелий	—	—

7. Составы припоев, режимы пайки графита с тугоплавкими металлами

Паяемые материалы	Состав припоя (массовые доли) %, способ пайки	Режим пайки			Свойства паяных соединений
		Температура °С	Время мин	Среда	
Детали электровакуумных приборов	20—50 Au, 20—50 Ni, 15—45 Mo	1300	15	Аргон или гелий	Высокая коррозионная стойкость в расплавленных солевых системах типа LiF — ReF$_2$ — UF$_3$ или LiF — BeF$_2$ — ZrF$_4$ — ThF$_3$ — UF$_4$ (при 700 °С в течение 1000 ч) Возможно 10-кратное термоциклирование от 20 до 700°С
	30—45 Ni, 43—68 Pd, 2—12Cr	1250—1300	10		
Графит МПГ-6 + + Mo или Ti	Электронно-лучевая пайко-сварка	Ток 50 мА напряжение 50 МВ		—	50-кратное термоциклирование соединений в вакууме от 20 до 1500° (нагрев 2 мин, охлаждение 30 мин)

Примечание Скорость пайко-сварки 120—130 мм/мин, диаметр проволоки 1 мм.

8. Составы припоев, режимы пайки графита с медью и свойства паяных соединений

Паяемые материалы	Состав припоя (массовые доли), %, или способ пайки	Режим пайки			$\sigma_В \cdot 10^{-4}$, Па
		Температура °С	Время, мин	Среда давление сжатия	
Медная проволока с графитовым блоком или графитизированной тканью	70 Cu + 30 Ti	1000	10	Вакуум 666,5·10^{-4} Па	—
Графит ГМЗ + медь М1	45 Cu + 45 Ag + 10 Ti	900	—	Аргон	8,2
Графит ВПП + медь М1	Цирконий	900	—	Аргон	6,5
	Контактно-реактивная	950	—	Аргон	4,8
		1000	—	Аргон	7,5
	45 Cu + 45 Ag + 10 Ti	850	—	Аргон	9,2
		900	—	Аргон	9,5
		950	—	Аргон	8,3
	Титан	900	—	Аргон	3,2
	Контактно реактивная	950	—	Аргон	6,0
		1000	—	Аргон	6,8
Меднённый электролитически графит + медь М1	ПСр 45 + 10 % Ti	900	10	Аргон, давление сжатия 0,5·10^6 Па	—

9. Составы припоев, режимы пайки и свойства паяных соединений силицированных графитов с металлами

Паяемые материалы	Состав припоя (массовые доли), %	Режим пайки			Температура испытания °C	$\sigma_B \cdot 10^{-5}$ Па
		Температура пайки, °C	Время мин	Среда, давление		
СГ-М + 12Х18Н10Т	80 Cu, 20 Ti	1100—1200	3—5	Аргон, (0,3–0,8) $\cdot 10^{7}$ Па	20	18—41
					800	14—52
	80 Cu 10 Sn, 10 Ti				20	37—84
					800	44—81
СГ-М + Ст3	45 Cu, 45 Ag 10 Ti	950—1050	5—15	Флюс № 209, (0,3 – 0,8)$\cdot 10^{7}$ Па	20	65—90
	85—95 Sn, 15—5 Ti	900—1200		Аргон, (0,3 – 0,8)$\cdot 10^{7}$ Па	20	
БСГ-30 + Ст3	80 Cu, 20 Ti	1200—1300	3—5			4—10
	70 Mn, 20 Ni 5 Sn, 5 Ti	1100—1300			20	18—30
БСГ-30 (медненный) + Ст3	Л63	950—1050	5—15	Бура, (0,3+0,8)$\cdot 10^{7}$ Па	20	90—130

10. Составы припоев, режимы пайки и свойства паяных соединений графита с графитом

Паяемые материалы	Состав припоя, (массовые доли), %	Режим пайки *		Температура испытания, °C	$\sigma_B \cdot 10^{-5}$, Па
		Температура, °C	Время, мин		
БСГ-30	80 Si, 20 B	1700—1950	1—5	20	141
				2000	126
СГМ	80 Si, 20 B	1900-1950	3—4	20	95
				2000	30
	Si			20	35
				2000	21
ГМЗ	Zr	1900—2000	120—160	—	—
АРВ		2500-2700	4—10		

* При пайке БСГ-30 среда нейтральная, давление 3—5$\cdot 10^{6}$ Па

11. Составы припоев и режимы пайки ситалла с металлами

Паяемые материалы	Припои покрытие	Режим пайки			Примечание
		Температура	Время мин	Флюс	
Ситалл (MgO—Al_2O_3— SiO_2) + медь МI + сплав 29НК	ПОС 40, серебро δ = 10 – 15 мкм	260	1 – 3	КЭ	Высокая вакуумная плотность соединении торцового и охватывающего типов
Ситалл (LiO_2—Al_2O_3 —SiO_2) + медь МI + сплав 29НК	ПСр 2,5 серебро в δ 10 – 15 мкм	350			
Ситалл	39 6% Ga 4 4% Sn 56% Cu (порошок)	100	—	—	Нагрев лучом лазера нанесение припоя с помощью ультразвука

12. Составы припоев, режимы пайки и свойства паяных соединений ферритов с металлами

Паяемые материалы	Припой	Температура °С (выдержка 1 мин)	σ_p МПа
30 СЧ-2 (покрытие — Nb) + титан	ПСр 72В	780	24
30 СЧ-3 (покрытие — Ni) + Фени 46	ПСр 65	(15—20 В)	2,5
	ПСр 72В		3,1
30 СЧ-3 (покрытие — Ni) + 47НД		780	13
30 СЧ-4 (покрытие — Ni) + 29НК*[2]	ПСр 72		3 2
(30 СЧ-6) + ВТ1-0*[2]	ПСр 72В	880*[1] 780*[1]	27 17

*[1] Выдержка 3 мин.

*[2] Без термоциклирования полного соединения.

Примечание Термоциклирование паяного соединения по режиму 20—800—20°С 10 циклов.

Приложение 19

ПРОЧНОСТЬ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

1. Предел прочности при срезе паяных соединений при повышенных температурах

Припой	Паяемый металл	$\tau_{ср} \cdot 10^{-1}$, МПа при температуре °С			
		200	300	400	600
ПСр 45	12Х18Н9Т	—	16—24	14 5—15	3—4
ПСр 40	15Х18Н12С4ТЮ	22—32	15—17	5—9	—
ПСр 37 5	12Х18Н9Т	—	31—35	—	11—18

2. Предел прочности при срезе соединений, паянных жаропрочными припоями, при различных температурах испытания

Припой	Паяемый металл	$\tau_{ср} \cdot 10^{-1}$, МПа, при температуре, °С					
		–60	20	200	400	500	600
ВПр1	12Х18Н9Т	43—58	37—50	30—40	19—22	—	9—16
ВПр1	09Х15Н9Ю	25—30	21—30	20—30	19—24	12—20	—
ВПр1	10Х17Н5М3	19—22	21—25	19—23	21—25	9-13	—

3. Предел прочности при срезе соединений, паянных серебряными припоями

Паяемый металл	$\tau_{ср} \cdot 10^{-1}$, МПа		
	ПСр 40	ПСр 45	ПСр 25
12Х18Н9Т	24—29	18—26	19—24
40ХНМА	33—46	—	—
30ХГСА	35—46	35—41	35—43
Медь	26	25	25

4. Предел прочности при срезе соединений, паянных оловянно-свинцовым припоем ПОС 40

Паяемый металл	$\tau_{ср} \cdot 10^{-1}$ МПа при температуре испытания, °С					
	196	–183	–96	–60	+20	+85
М3	3 5	3,3	3,4	3 5	2 7	1 6
Л63	2 9	2 9	3 1	2 7	2 2	2,2
12Х18Н9Т	3 0	3,4	3,0	5 0	3 2	2 0

5. Предел прочности паяных соединений из сплава ОТ4 в зависимости от режима пайки

Режим пайки		$\sigma_в$ 10^{-1}, МПа, для различных покрытий		
Температура, °С	Время выдержки мин	Cu	Cu—Ni—Cu	Cu—(Co—Ni)—Cu
890	30	8,5—9,5	9,2—10,3	9 8—11,2
900	30	7,9—9 7	9,5—13,1	9,8—14,8
910	30	8 7—10,2	9,7 —14,4	10,3— 15 7
910	60	9,3—16	11,2—17,5	12,7—18,9
920	30	10 4—17,3	12,6—18 7	14,2—19,1
920	60	11—17,7	14—19,2	14,7—19,8
930	30	12—18	15—20	15—20
930	60	12—18	16—21	17—22
940	30	18—19	23—28	37—40
940	60	18—21	27— 32	37—41
950	15	15—20	24—29	48—53
950	30	16—20	28—32	55—63
950	45	18—21	29—33	42—51
950	60	19—22	27—29	37—40
960	15	26—28	38—42	67—75
960	30	25—26	30—31	40—65
960	45	22—23	28—29	36—38
960	60	20—21	25—27	30—32
970	15	26 —29	40—48	65—69
970	30	20—23	28—29	31—32
980	15	20—21	25—28	26—30
990	15	19—20	25— 27	25—29
1000	15	15—16	20—21	20— 21

6. Пределы прочности (10^{-1}, МПа) при срезе паяных соединений из сплавов титана

Припой	Рабочая температура °С	13 % V, 11 % Cr, 3 % Al (δ = 1,6 мм)	9 % Al, 1 % Mo, 1 % V (δ = 1,63 мм)	5 % Al, 2,5 % Sn (δ = 1,65 мм)	6 % Al, 4 % V (δ = 1,42 мм)
Ag—Li	790	1,6	3,2—7,2	9,8—13,3	10,6—11,5
Ag-Al	900	16 6—15,2	8,3	3,3—10,0	—
Ag-Cu	790	11,3	10,5—11,4	9,6—16,2	6,8—10,3
	900	14 7—16,0	12,7—15 5	1,2—10 7	10,1—12,6
Ag-Cu-Sn	760	5,0—6 1	6,0—10,5	11,0	6,5
	840	6,0—13,2	7,0—8 8	8,9—12 1	8,9—12,9

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Справочник по пайке / Под ред. И.Е. Петрунина. М.: Машиностроение, 1984. 400 с.

Королев В. А. 713 секретов производственных технологий. М.: Товарищество “Русил”, СКИТ-Центр, 1992. — 339 с.

Гудяев А.П. Металловедение. М.: Металлургия. 1986. — 544 с.

Бойцов А. В., Бойцова Г. Ф., Авдошина Н. А. Благородные металлы. М.· Металлургиздат, 1946. — 380 с.

Семионов А. А., Коган В. А. Полиграфическое металловедение. М.: Книга, 1968. — 294 с.

Малышев В.М., Румянцев Д. В. Серебро. М.: Металлургия, 1976. — 311 с.

Савицкий Е.М. и др. Металловедение платиновых металлов. М.: Металлургия, 1975. — 422 с.

Портной К.И., Лебедев А. А. Магниевые сплавы. М.: Металлургиздат. 1952. — 736 с.

Дарвин Дж., Баддера Дж. Бериллий / Пер. с англ. М.: ИЛ, 1960. — 235 с.

Материалы в машиностроении. Т. 1. Цветные металлы и сплавы. М.: Машиностроение, 1976. — 304 с.

Сучков Д.И. Медь и ее сплавы. М.: Металлургия, 1967. — 248 с.

Справочник по пайке / Под ред. С.Н. Лойманова, И.Е. Петрунина, В.П. Фролова. М.: Машиностроение, 1975. — 407 с.

Сторчай Е.И. Флюсовая пайка алюминия. М.: Металлургия, 1980. — 124 с.

Хрянин В.Е. Справочник паяльщика. М.: Машиностроение. 1981. — 349 с.

Шеин Ю. Ф. Особенности бесфлюсовой пайки низкотемпературными припоями. — В кн.: Надежность и качество паяных изделий. М.: 1982. — 302 с.

Шибалов М. В. Пайка с кристаллизацией под давлением. М.: Металлургия, 1980. — 68 с.

Китаев А.М., Губин А И. Сварка и пайка тонкостенных трубопроводов. М.: Машиностроение, 1972. — 132 с.

Быков В. В., Файзулинов Т.С. Газопламенные горелки. М.: Машиностроение. 1974. — 69 с.

Лашко Н. Ф., Лашко С. В. Пайка металлов. М.: Машиностроение, 1977. — 328 с.

Румянцев С В., Добромыслов В. А., Борисов О.И. Неразрушающие методы контроля сварных соединений. М.: Машиностроение, 1977. — 335 с.

Гришин В.Л. Свойства соединений титана и его сплавов, паянных медью // Сварочное производство. 1975. № 10. С. 5-7.

Гржимальский Л.Л. Самофлюсующие припои. Л.: Знание, 1972. — 82 с.

Тихомирова О.И. Теоретические проблемы разработки галлиевых паст. М.: НТО Машпром, 1972. — 280 с.

Петрунин И.Е., Лоцманов С.Н., Николаев Г. А. Пайка металлов. М.: Металлургия, 1973. — 281 с.

Бережной А.И. Ситаллы и фотоситаллы. М.: Машиностроение, 1980. — 348 с.

Курносов А.И., Юдин В. В. Технология производства приборов и интегральных микросхем. М.: Высшая школа, 1979. — 367 с.

Любимов М.Л. Спаи металла со стеклом. М.: Энергия, 1968. — 280 с.

Маслов А. А. Технология и конструкции полупроводниковых приборов. М.: Энергия, 1970. — 296 с.

Нагорный В.Г., Котосонов А.С., Островский В.С. Свойства конструкционных материалов на основе углерода. М.: Металлургия, 1975. — 334 с.

Николаев Л. В. Спаи кварца с металлом // ПТЭ. 1962. № 5. С. 174.

Петрунин И.Е., Фирсанова Л. А., Маркова И.Ю. Механизация технологического процесса пайки термобатарей теплового насоса. — В кн.: Новые достижения в области пайки. Киев: ИЭС им. Е.О. Патона, 1981. — 127 с.

Черепнин Н. В. Вакуумные свойства материалов для электронных приборов. М.: Сов. радио, 1966. — 124 с.

Петрунин И.Е., Шеин Ю. Ф., Ермаков В А. Исследования по технологии пайки нержавеющей стали 20Х13. — В кн.: Пайка в машиностроении. Омск: ОДТ, 1980 — 208 с.

Петрунин И.Е., Мороз П.К., Шеин Ю. Ф. Пайка при производстве крупногабаритных строительных металлоконструкций. М.: Стройиздат, 1980. — 149 с.

Смирнов Г.Н. Прогрессивные способы пайки алюминия. М.: Металлургия, 1981. — 240 с.

Лашко Н. Ф., Лашко С. В., Гришин В.Л. О некоторых вопросах взаимодействия титана с пропоями при диффузийной лайке // Сварочное лроизводство. 1968. № 3. С. 3-5.

Лоцманов С.Н., Петрунин И.Е. Пайка металлов. М.: Машиностроение, 1966. — 267 с.

Николаев Г. А. Сварные конструкции. М.: Машгиз, 1962. — 550 с.

Николаев Г. А., Ольшанский Н. А. Новые методы сварки металлов и пластмасс. М.: Машиностроение, 1966. — 231 с.

Николаев Г. А., Киселев А.И. Работа мягкой прослойки паяных соединений // Сварочное производство. 1969. № 12. С. 3-4.

Рыльников В.С., Губин А.И. Пайка титана серебряными припоями // Сварочное производство. 1970, № 1. С. 32-34.

Шиняев А.Я., Бондарев В. В. Диффузионная пайка титана с применением промежуточных гальванопокрытий // Сварочное производство. 1966. № 7. С. 14-16.

Яновский И.И., Тененбаум М.М., Романенко Н.Н. О снижении внутренних напряжений при пайке пластинок твердого сплава // Вестник машиностроения, 1960. № 5. С. 52-57.

Есенберлин Р.Е. Пайка и термическая обработка деталей в газовой среде и вакууме. Л.: Машиностроение, 1972. — 192 с.

Справочник по пайке / Под ред. С.Н. Лоцманова, И.Е. Петрунина. М.: Машиностроение, 1975. 407 с.

Лашко Н. Ф., Лашко С. В. Пайка металлов. М.: Машиностроение, 1977. 328 с.

Петрунин И.Е., Лоцманов С.Н., Николаев Г. А. Пайка металпов. М.: Металлургия, 1972. 279 с.

Петрунин И.Е. Физико-химические процессы при пайке. М.: Высшая школа, 1973. 254 с.

Уикс К.Е., Блок Б.Е. Термодинамические свойства 65 элементов, их окислов, галогенидов, карбидов и нитридов. М.: Металлургия, 1965. 240 с.

Аникин Л.Т., Дергунова В.С., Кравецкий Г. А. Пайка и сварка графита. М.: Металлургия, 1978. 136 с.

Беляков И.Т., Борисов Ю.Д. Основы космической технологии. М.: Машиностроение, 1980. 184 с.

Вологдин В. В., Кущ Э. В. Индукционная пайка. Машиностроение, 1979. 80 с.

Гржимальский Л.Л., Ильевский И.И. Технология и оборудование пайки. М.: Машиностроение, 1979. 240 с.

Журавлев В.Н., Николаева О.Н. Машиностроитепьные стали: Справочник. М.: Машиностроение, 1981. 391 с.

Клочко Н. А. Основы технологии пайки и термообработки твердосплавного инструмента. М.: Металпургия, 1981. 200 с.

Лашко Н. Ф., Лашко С. В. Пайка метаплов. М.: Машиностроение, 1977. 328 с.

Петрунин И.Е., Маркова И.Ю., Екатова А.С. Металповедение пайки. М.: Металлургия, 1976. 264 с.

Петрунин И.Е., Шеин Ю. Ф., Москаленко. Влияние режимов пайки и термообработки на свойства соединений стали 20. — В кн.: Пути повышения качества, допговечности и надежности.

Инженерный справочник по космической технике. 2-е изд. / под ред. А. В. Солодова / М.: Воениздат. 1977. 163 с.

Шкержик Я. Рецептурный справочник для электротехников М.: Энергия. 1978. 152 с.

Бастанов В.Г. 300 практических советов. Справочное пособие. М.: “КубК-а”. 1997, 356 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ISBN 5-93455-068-3



ООО Издательство "СОЛОН-Р"
ЛР №066584 от 14 05 99
Москва, ул Тверская, д 10 стр. 1 ком 522
Формат 60x88/16 Объем 13 п. л. Тираж 5000

ООО "Пандора-1"
Москва, Открытое ш., д. 28
Заказ 10